



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

디자인 박사학위논문

주기적 데이터 시각화에 대한 미디어디자인 연구

-주기적 관점에서 본 대량전멸을 중심으로-

A Study on Periodic data visualization via Media Design
Focusing on Periodic Mass Extinction

2016. 08

서울대학교 대학원
디자인학부 시각디자인전공
한석원

주기적 데이터 시각화에 대한 미디어디자인 연구

- 주기적 관점에서 본 대량전멸을 중심으로 -

A Study On Periodic Data Visualization Via Media Design
Focusing On Periodic Mass Extinction

지도교수 김수정

이 논문을 디자인학 박사 학위논문으로 제출함

2016년 8월

서울대학교 대학원

디자인학부 시각디자인전공

한 석 원

한석원의 디자인학 박사 학위 논문을 인준함

2016년 8월

위 원 장 백 명 진



부위원장 윤 주 현



위 원 김 경 선

(인)

위 원 김 수 정

(인)

위 원 하 준 수



국문초록

시간은 뚜렷한 특성과 함께 중요한 데이터 영역을 가지고 있다. 많은 응용 영역이 시간과 연관되어 있고 일반적 양적 데이터 범위와는 다르게 분(minutes), 시(hours), 일(days), 주(weeks) 그리고 달(months)과 같은 시간의 고유한 형태 구조로 구성되며, 세부적으로 직선적 또는 주기적(순환적) 형태를 포함한다. 특히, 직선적 시간과 차이를 보이는 주기적(순환적) 시간은 데이터를 시각화하기 위해 시간의 여러 데이터의 특성을 분석하고 이해하는 것이 요구된다. 우리는 흔히 24시를 끝으로 하루가 종료된다고 생각하지만 연속적인 사이클 운동은 오후 11시 59분에서 일직선상으로 오전 1시로 이어지는 자정을 향해 달려간다는 사실과 연속적으로 앞을 향해 진행하여 주(weeks), 월(months), 년(years)으로 되돌아오는 주기적 형태를 띠는 것을 인식하지 못한다. 이러한 시간의 특성은 연속성을 나타내기 위해 크게 원형과 나선형의 두 형태로 시각화되는데, 연속적 특성을 강조하기 위한 시간의 특성을 시각화 할 때 효과적이다.

본 논문에서는 이러한 시간과 관련된 정보, 특히 주기적 시간과 연관된 데이터 시각화 방법을 제시하고자 한다. 주기적 시간의 흐름에 따라 발생하는 사건을 주기적 시간이 갖는 특성에 맞게 시각화하는 과정을 시각화하였으며 이를 인터랙션을 기반으로 다양한 관계를 맺고 있는 주기적 시간 관련 정보의 효과적인 전달 가능성을 제시하고자 하였다.

먼저 현재 유용하게 쓰이고 있는 정보 디자인을 통한 정보 시각화에 대하여 논하였다. 현재 사용되고 있는 국·내외 시간관련 정보 시각화 사례를 통해 시각화되고 있는 시간의 범주와 특징에 대해 조사하였고 시간관련 정보 시각화 제공의 중요성과 필요성에 대하여 논하였다. 그리고 마지막으로 시간관련 데이터 시각화의 특징을 직관적 이해, 비교, 예측의 세 가지 키워드로 정리하였다.

시간관련 데이터 시각화는 사건 발생에 대한 시공간적 정보를 보여주는 수단이다. 시간은 계속적으로 앞을 향해 나아가고 있으며 시간의 방향성을 통해 과거와 현재 그리고 미래를 탐험하고 예측할 수 있다. 그렇기 때문에 주기적 시간과 관련된 데이터를 인터랙션을 기반으로 한 주기적 시간의 시각화는 시간의 직관적 이해와 지나온 시간과 앞으로의 시간을 예측할 수 있는 표현수단으로 보았으며, 그로인한 주기적으로 발생하는 시간관련 데이터를 과학적이고 직관적으로 이해하는 교육적 목적에 유용할거라고 보았다. 시간의 순환 개념을 시작으로 시간의 연속성에 대한 문헌 연구를 조사하였다. 우리의 일상생활에서 항상 밀접한 연관관계를 가지고 있는 시간, 분, 초를 설정하고 있는 시간에 대하여 조사하였고, 시간에 대한 문화적 다양한 이해와 시간의 기록에서 활용되고 있는 ‘주기적 사건’의 기록 개념을 작품연구에 활용하였다. 또한 ‘주기적 사건’의 기록을 통해 정보를 시각화하고 있는 시각화의 사례를 조사하고 데이터의 시각적 접근과 특징에 대해 논하였다.

작품연구의 대상으로는 ‘주기적 대량전멸’을 대상으로 하였으며 시카고 대학(University of Chicago) 데이빗 라우프(David M. Raup. Paleontologist) 교수의 이론과 UC 버클리 대학(UC Berkeley)의 물러(R. A. Muller) 물리학자의 연구에 따른 주기적 대량전멸에 대한 정보를 구현하는 ‘주기적 대량전멸과 진화’를 작품화 하였다. 시간 관련 정보디자인과 연구 보고서, 미디어(인터랙션)와 관련된 작품을 통해 주기적 사건의 데이터 시각화를 조사하고 진화와 관련된 내용을 기초로 진행하였다. 조사한 내용을 토대로 정보를 분석하고 정렬하여 진화의 대량전멸을 주기적 시간 관점으로 시각화하였고, 데이터를 시각화하기 위한 단계적인 과정을 통해 작업을 진행하였다. 그리고 앞서 언급한 인터랙션, 특히, 스크린 콘텐츠를 위한 터치기반의 기술적 특징을 반영하여 사용자가 직관적으로 시간과 주기적 특징을 이해할 수 있는 미디어를 활용한 주기적 시간 정보 디자인을 개발하고자 하였다.

본 논문은 긴 시간에 걸친 주기적 시간의 정보를 이해하기 위해 순환적 시간 흐름에 따라 발생하는 주기적 사건 정보를 정리하고 그 데이터를 시각화하는 것에 대한 방법의 제안이다. 또한, 시간관련 데이터에 대한 개념을 직관적으로 경험하고 이해하는 것에 대한 방법의 제안이기도 하다.

방대한 정보의 홍수 속에서 살면서 다양한 매체를 통한 시간과 연관된 정보를 추상적 정보로 이해하지 않기 위해서는 과거, 현재, 그리고 앞으로 지속될 시간의 연속성과 주기성을 이해해야 한다. 정보는 항상 시간과 함께 연속적으로 이어지고 발전해 나가는 연결고리를 제공한다. 시간의 연속과 사건의 분석과 이해는 데이터의 정확성과 안전성을 바탕으로 한 미래에 대한 새로운 정보를 예측해야 한다.

주요어 : 주기적 시간, 데이터 시각화, 순환, 나선, 대량전멸,

학 번 : 2011-30369

이 름 : 한석원

목 차

1. 서론	1
1.1 연구 배경	2
1.2 연구 범위 및 방법	3
1.3 용어정리	9
1.3.1 시간 (Time)	9
1.3.2 선형적 시간 (Linear Time)	9
1.3.3 주기적 시간 (Periodic Time)	10
1.3.4 사건 (Event)	11
1.3.5 데이터 시각화	11
2. 시간의 전달	14
2.1. 시간의 전달 요소	14
2.1.1 언어	14
2.1.2 이미지	16
2.1.3 움직임	18
2.2 시간의 공간과 방향	19
2.2.1 시간 이미지	21
2.2.2 시간과 공간	24
2.2.2.1 시간과 선	26
2.2.2.2 시간의 정렬	28
2.2.2.3 사건의 표시	29
2.3 시간과 공간의 인지	32
2.3.1 시간의 언어적 표현	32

2.3.2 시간과 공간	33
2.3.2.1 시간과 선	33
2.3.2.2 시간의 정렬	34
2.3.2.3 사건의 표시	37
3. 시간정보의 시각화	39
3.1 역사적 배경	40
2.2.3.1. 고대 시간정보의 시각화	40
2.2.3.2. 근대 시간정보의 시각화	43
4. 주기적 시간	57
4.1 시간의 이해	58
4.1.1 시간의 관점	58
4.1.2 시간의 동기화	59
4.2 주기적 시간과 정보시각화	60
4.2.2 시각적 접근의 시간구조	61
4.2.3 주기적 특성의 시간표현	62
4.2.4 주기적 시간의 3차원 구조	64
4.2.5 주기적 시간 연결	66
4.2.6 주기적 정보패턴과 비교	67
4.2.7 과학적 예측	68
4.3 주기적 시간의 시각화 사례	69
4.3.1 Nightingale-mortality	69
4.3.2 Colors of a Year with Flickr Flow	71
4.3.3 10 years of Wikipedia	73
4.3.4 The potato life cycle	75

4.3.5	Circos	77
4.3.6	Two-tone pseudo colored spiral display	79
5.	시간관련 데이터 시각화 방법	81
5.1.	시간관련 데이터 시각적 분류	82
5.2.	데이터 시각화의 방법	83
5.2.1	거시적 표현과 미시적 표현	84
5.2.2	분리와 레이어	84
5.2.3	비교와 대비	84
5.2.4	인과 관계	85
5.2.5	내러티브	85
5.3.	정보 시각화의 접근	86
5.3.1	거시적 표현과 미시적 표현	86
5.3.1.1.	사실과 지식의 전달	86
5.3.1.2.	원리와 방법의 이해	87
5.3.1.3.	분석과 비교의 근거	87
5.3.1.4.	분석과 예측	88
5.3.2	정보 시각화 방법	89
5.3.2.1.	막대그래프	90
5.3.2.2.	누적 막대그래프	91
5.3.2.3.	점 그래프	92
5.3.2.4.	나선형 그래프	93
5.3.3	정보 시각화 방법	94
5.3.3.1.	인쇄 매체	94
5.3.3.2.	디지털 매체	95
5.3.3.3.	실감 미디어	96

6. 작품연구	97
6.1. Introduction	98
6.1.1 대상선정	100
6.1.2 제작방향	103
6.2. 정보 조직화	104
6.2.1 List up	105
6.2.1.1 주기적 시간 데이터의 배치와 구성	105
6.2.1.2 생명의 진화 과정	105
6.2.1.3 해외의 진화관련 시각화 조사	110
6.2.2 분류 Grouping	121
6.2.2.1 생명체의 비율 정보	121
6.2.2.2 생명체의 진화 정보	123
6.2.2.3 환경 변화의 정보	124
6.2.3 배열 Arranging	126
6.2.3.1 시간/시대 구분	126
6.2.3.2 정보시각화의 목적 설정	128
6.2.3.3 정보시각화의 방법	129
6.2.3.4 기술구현 설정	134
6.3. 정보 시각화	135
6.3.1 그래픽 요소	135
6.3.1.1 형태에 의한 그래픽 변수	135
6.3.1.2 색채에 의한 그래픽 변수	138
6.3.2 인터페이스 Interface	139
6.3.2.1 정보구조(Information Architecture)	139
6.3.2.2 레이아웃(Layout)	140
6.3.3 Interaction	141

6.4. 사용자 콘텍스트(context)	143
6.4.1 지각 단계	144
6.4.2 경험 단계	144
6.4.3 판단 단계	145
6.4.4 예측 단계	146
6.5. 디자인 작품	147
6.5.1 나선형 구조의 대량전멸 시각화	147
6.5.2 생명체 진화의 시각화	153
6.5.3 환경적 요소의 데이터 시각화	155
6.5.4 주기적 대량전멸 데이터 시각화의 User Interface	156
6.5.5 Interface 적용 예시	163
7. 결론	165
7.1 연구 결과	166
7.2 연구의 한계점	168
참고문헌	170
Abstract	175

표 목 차

[표 1] 연구계획	10
[표 2] 시간 관련 데이터 유형 분류와 시각화 접근 방법	83
[표 3] 시간 관련 데이터의 분류와 특징	91
[표 4] 대량전멸 시기와 고생물의 전멸 비율	107
[표 5] 전멸 사건 리스트 (List of Extinction Events)	108
[표 6] 해외 지질학 및 지구의 역사 관련 시각화 자료 도표	112
[표 7] 정보그룹에 따른 정보시각화의 목적설정	130
[표 8] 정보그룹에 따른 정보시각화의 방법설정	131
[표 9] 작품 개발을 위한 기술 적용	135
[표 10] Information Architecture (IA)	141

그 립 목 차

[그림 1] 언어에서의 시간 경로의 예	16
[그림 2] 타임라인에서 방향의 중요성	17
[그림 3] 필기체 상형분자를 나타내는 파피루스 부분	18
[그림 4] The Horse in Motion	19
[그림 5] 단계적인 과정을 묘사하기 위한 시각적 표현	21
[그림 6] Life Cycle of the Japanese Beetle	22
[그림 7] A Webcomic of Romance	23
[그림 8] Greg Dean, RealLife - A daily online comic	23
[그림 9] 하나의 단일 프레임 속 다양한 시간 표현	24
[그림 10] 만화에서 움직임을 표현하기 위한 기술	25
[그림 11] 음악 표기법 및 배열의 시각화	26
[그림 12] 댄스 표기_ 종이 위에 춤 동작을 기록	27
[그림 13] 자세한 춤동작 표현	27
[그림 14] 롤라런, 펄프픽션, 메멘토	29
[그림 15] The Chemical Brothers - Star Guitar	30
[그림 16] 마술리노 다 파니칼레, 불구자의 치유와 타비타의 소생	31
[그림 17] 마르셀 뒤샹, 계단을 내려오는 나무, No.2	32
[그림 18] 파블로 피카소, 앙브루아즈 볼라르의 초상	32
[그림 19] 페이지 상에서 보여지는 글쓰기 방향(문화)과 시간의 개념	37
[그림 20] 프랑스 도르도뉴 지방의 아브리 블랑샤르, 달력	41
[그림 21] 프랑스 도르도뉴 지방의 라스코(Lascaux) 동굴벽화	42
[그림 22] 시간 함수와 행성 궤도	43
[그림 23] Carte chronologique by Jacques Barbeau-Dubourg	44
[그림 24] Commercial and Political Atlas of 1786	45
[그림 25] Playfair chart of all the imports and exports england	46
[그림 26] Playfair william universal commercial history	47
[그림 27] 플레이페어(Playfair)의 바(Bar) 그래프	48
[그림 28] 시간의 흐름을 따라 인물들의 수명을 표현한 그래프	49
[그림 29] Adams' synchronological chart of universal history	50
[그림 30] 나폴레옹의 러시아 원정	51
[그림 31] The Genealogy of Rock & Soul Music	52
[그림 32] Gantt charts_ 'Work, Wages & Profits' 1913	53

[그림 33] 노동자가 하루에 일한 시간 기록	54
[그림 34] 1932년 노동시간과 여가활동시간의 분석 그래프	55
[그림 35] 열차 스케줄 표	56
[그림 36] 선형적 시간과 순환적 시간	62
[그림 37] 원형과 나선형	64
[그림 38] 수평의 가로 원통형 나선	66
[그림 39] 24시간을 기준으로 자정은 각각의 날(day)을 연결한 그림	67
[그림 40] Nightingale-mortality	70
[그림 41] Colors of a Year with Flickr Flow	72
[그림 42] 10 years of Wikipedia	74
[그림 43] The potato life cycle	76
[그림 44] Circos by Martin Krzywinski	78
[그림 45] Two-tone pseudo colored spiral display	80
[그림 46] 막대 차트	91
[그림 47] 누적 막대 차트	92
[그림 48] 점그래프	93
[그림 49] 나선형 그래프	94
[그림 50] 인쇄매체 예시: National Geographic 잡지	95
[그림 51] 디지털 매체 예시: Touchscreen	96
[그림 52] 실감미디어 예시: Oculus VR사의 Oculus Rift	97
[그림 53] 태양계의 위치와 이동 방향	102
[그림 54] 태양계의 은하계 장축면 주기 운동	103
[그림 55] 대량전멸, 현생대 동안의 충격 사건과 화산 활동	109
[그림 56] 4개의 다양한 분석 방식에 따른 종의 다양성 분석 그래프	110
[그림 57] 생물의 다양성과 멸종 주기 데이터	111
[그림 58] 진화 관련 시각화 사례: ChronoZoom	113
[그림 59] 진화 관련 시각화 사례: Deep History of Life on Earth	114
[그림 60] 진화 관련 시각화 사례: History of Earth	115
[그림 61] 진화 관련 시각화 사례: Deep Tree	116
[그림 62] 진화 관련 시각화 사례: EarthViewer App	117
[그림 63] 진화 관련 시각화 사례: EVOLVING PLANET	118
[그림 64] 진화 관련 시각화 사례: Isotopic Dating	119
[그림 65] 진화 관련 시각화 사례: UNIVERSAL TIME SCALE	120
[그림 66] 진화 관련 시각화 사례: Evolution Of Our Solar System	121

[그림 67] 지구 생명체의 발달 과정	125
[그림 68] 생명체의 진화 단계	128
[그림 69] Geologic Time Scale	129
[그림 70] 시간별 생명체의 변화 위치와 태양계 이동 위치	132
[그림 71] 시간의 순서, 시대 흐름의 연대순 표	133
[그림 72] 나선형 정보디자인의 시간의 흐름 구조	134
[그림 73] 점과 선의 그래픽 변수	137
[그림 74] 면의 그래픽 변수 시각화	138
[그림 75] 그래픽 변수에 따른 색상, 명도 및 채도의 변화	139
[그림 76] Interface Layout	142
[그림 77] 사용자 콘텍스트	144
[그림 78] 데이터의 상호연관성과 시각화 구조	150
[그림 79] 종의 개체수 데이터 시각화 변형 단계	151
[그림 80] 종의 개체수 변화를 시각화한 격자구조 다이어그램	153
[그림 81] 생명체 진화의 아이콘과 타임라인 - 전체 이미지	154
[그림 82] 생명체 진화의 아이콘과 타임라인 - 전체 이미지(확대)	155
[그림 83] 환경적 요소의 아이콘 디자인	156
[그림 84] 환경적 요소의 시간에 따른 변화 시각화	157
[그림 85] 주기적 대량전멸과 환경적 변화의 사용자 인터페이스: 시간([]영역) : 실루리아기 - 페름기	158
[그림 86] 주기적 대량전멸과 환경적 변화의 사용자 인터페이스: 시간([]영역) : 트라이아스기-신생대	158
[그림 87] 주기적 대량전멸과 환경적 변화의 사용자 인터페이스: 시간([]영역) : 캄브리아기-오르도비스기	159
[그림 88] 진화의 사용자 인터페이스 - 나선형 타임라인 컨트롤: 좌·우의 컨트롤	159
[그림 89] 진화의 사용자 인터페이스 - 나선형 타임라인 컨트롤: 상·하의 컨트롤	160
[그림 90] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 보기	160
[그림 91] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 보기(이미지)	161
[그림 92] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 닫기(이미지)	161

[그림 93] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 보기(동영상)	162
[그림 94] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 닫기(동영상)	162
[그림 95] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스- zoom-in 1	163
[그림 96] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스- zoom-in 2	163
[그림 97] 사용자 인터페이스 경험 예시 01	164
[그림 98] 사용자 인터페이스 경험 예시 02	164
[그림 99] 사용자 인터페이스 경험 예시 03	165

1장

서론

1.1 연구 배경

1.2 연구범위 및 방법

1.3 용어 정의

1.서론

1.1. 연구 배경

최근 정보디자인에 대한 인식과 관심이 증가하고 있다. 하루가 다르게 방대한 양의 정보가 쏟아지는 현실에 사람들의 일상생활에서 직접적으로 정보를 접하는 일은 그리 어려운 일이 아니다. 정보디자인(Information Design)은 데이터를 시각적으로 표현하는 것으로, 대중들이 정보를 이해하고 자연스럽게 잘 받아들일 수 있는 시각적 전달 요소를 포함하고 있기 때문에 오늘날 널리 활용되고 있다. 이러한 데이터 시각화는 디자이너가 만들어 가야할 부분이지만 매우 힘든 과정이다. 방대한 데이터를 시각화하는 것은 잡지나 포스터를 디자인하는 것과는 사뭇 다르며, 처음부터 데이터를 분석하고 이해하고 정리하는 과정은 하나의 도전과도 같다. 문제는 대부분의 디자이너들이 데이터의 분석이나 정확한 이해를 소홀히 하면서 데이터 시각화 작업을 계속해서 진행해 왔다는 것이다.

정보디자인의 목적은 데이터를 시각화하는 것이고, 분명하고 효율적으로 데이터를 전달하는 것이다. 디자이너가 데이터의 시각적 표현에 있어 잘 인지하고 있지 않는다면, 사용자들에게 혼동을 유발하는 잘못된 데이터를 보여주거나 복잡한 그래픽 처리로 명확하고 효과적인 정보를 전달 할 수 없게 된다. 특히, 시간과 관련된 데이터를 시각화 하는데 있어 시간의 특성을 파악하지 못한 채 미적 아름다움과 흥미 유발을 목적으로 정보를 시각화 하는 것은 사용자를 배려한 좋은 접근 방법이라 보기 어렵다. 그렇기 때문에 시간과 관련된 데이터는 정말 다른 종류의 데이터 보다 다르게 취급되는 것이 요구되고, 이러한 시간을 탐구하고 표현할 수 있는 적절한 시각화 방법과 분석적 접근이 필요하다.

실제로 정보디자인과 인포메이션 그래픽스의 구성과 설명에 관한 이론과 책은 있지만, 시간과 관련된 데이터 분석에 따른 정보디자인에 관한 이론

은 찾아보기 힘들다.

본 연구는 시간과 관련된 데이터를 표현한 정보디자인을 중심으로 시간 관련 데이터의 시각적 표현을 알아보고 분석적 접근을 통해 정보디자인 속에서 주기적 또는 순환적 시간 구조가 어떠한 방향으로 어떻게 시각화 되어야 하는가에 대해 알아보려고 한다.

1.2. 연구 범위 및 방법

정보의 홍수와 다양한 매체의 발달은 사용자에게 정보를 전달하기 위해 미적인 측면과 상호연관적인 측면에 대한 직접적인 영향을 끼쳤다. 마케팅과 금융 시장 뿐만 아니라 과학과 교육 분야에 이르기까지 다양한 정보를 분석하고 이해하기 위한 필요성이 요구되고 있다. 다양한 정보는 그 특성과 용도에 맞게 시각화 되어야 하고, 정보 시각화는 이러한 요소에 맞는 접근에 기초를 이룬다. 데이터의 적절한 시각화 접근은 사용자가 정보를 정확하게 이해하는 관점을 제공한다. 데이터 시각화가 갖는 장점은 복잡한 데이터에 대한 이해도를 높이고, 이해와 판단에 따른 결정을 도와준다는 것이며, 이는 데이터 시각화의 가치를 높이는 것이다. 그렇기 때문에 다양한 정보를 효과적으로 전달하기 위한 방법적 접근과 시각화 연구에 대한 필요성이 높아지고 있다. 본 연구는 이러한 데이터 시각화에 대한 효율적 접근 방법과 효과적인 시각화에 대한 상호연관성을 인식하는데서 출발하였으며 이러한 과정을 통해 데이터의 특성에 맞는 시각적 접근과 논리적 근거 따른 명확한 접근이 데이터 시각화 과정에 중요한 요소로 작용한다고 보았다.

본 연구에서는 데이터 시각화 가운데 시간 관련 데이터를 시각화하는 방법으로 시간의 주기적 또는 순환적 특성을 가진 데이터 시각화에 초점을

맞춰 연구를 진행하고자 한다. 시간 관련 데이터 시각화에 대한 문헌 조사와 분석을 통해 연구를 진행하고 시간 관련 정보 시각화의 역할과 방향에 대해 알아보하고자 한다. 시간을 시각화하는 과정은 많은 분석과 노력이 필요하다. 시간과 관련된 사건의 시각화는 시간의 이동과 시점에 의해 더 명확한 정보를 제공한다. 특히 주기적 시간과 관련된 시각화 과정은 시간의 진행과 이동에 따른 사건의 이해를 돕고 과거와 미래를 이어주는 역할을 해 주기 때문이다.

시간과 관련된 데이터를 시각화시키는 것은 매우 힘든 과정이다. 대부분의 시간 관련 타임라인은 시간이 지남에 따라 표시되는 직선적 구조를 띄고 있다. 시간과 관련된 데이터를 수평적이고 직선적으로 표현하는 것이 일반적이지만 이것은 시간의 특성을 고려하지 않은 시각화라 할 수 있다. 시간에 따른 사건의 불규칙한 분포나 규칙적이고 반복적인 주기적 분포를 보이는 타임라인의 시각화는 분명 정보를 시각화하는 과정에서 고려해야 할 부분이기 때문이다.

날씨 분야에서 부터 복잡한 과학 분야에 이르기까지 우리의 삶에 영향을 미치는 영역뿐만 아니라 복잡한 시간과 관련된 정보의 활용에 따른 다양한 이슈와 정보 영역이 시각화 되고 있다. 또한 다양한 매체를 통한 도구와 기술적 접근은 시간과 관련된 정보 습득의 흥미와 이해도를 높이는데 도움을 주며 폭넓게 활용됨을 알 수 있다. 본 연구는 시간과 관련된 정보, 특히 주기적 시간과 관련된 시각화 과정을 시간의 진행과 이동에 따른 사건 전개에 특성에 주목하여 주기적인 시간 데이터 시각화의 이해를 돕고 과거와 미래로 연결되는 주기적 시간의 시각화 방법과 확장 가능성에 대해 설명하고자 한다.

지구의 역사와 생명의 진화에 대한 가설과 연구 발표는 여전히 이슈를 불

러 모으고 있다. 외계행성과 환경 변화에 따른 생명체의 대량전멸과 진화는 시간과 공간 속에서 머나 먼 시간 여행으로 이어져 왔다. 지구의 역사에 대한 다양한 연구와 이론 가운데 대량전멸이 주기적으로 발생한다는 연구 발표에 주목하여 주기적 시간과 관련된 데이터 시각화에 대한 연구 대상으로 정하였다. 주기적 사건은 시간과 상호연관성을 보이는데 반복되는 주요 사건들과 시간과의 연관성을 논리적 분석을 통해 표현된다고 볼 수 있다.

2장에서는 시간의 전달에 대한 설명으로 문헌 연구를 통해 시간과 공간과 연관하여 시간의 전달 요소에 대해 알아보고 시간의 추상적인 개념을 문화적 배경 통해 시각적 표현에 영향을 끼치는 상관관계를 조사하였다. 또한 추상적인 시간 정보에 대한 시각화와 더불어 시간의 시각적 설명과 시각적 스토리텔링과 연관된 분야를 다양한 접근 방법과 다양한 전달 매체의 사례를 통해 살펴보았다. 또한, 시간과 공간의 인지에서 시간과 공간의 상관관계와 시간과 방향의 이해에 따른 우리의 시간 개념을 공간과 방향성을 통해 시간 개념의 이해를 돕고자 하였다.

3장에서는 시간 정보의 시각화로, 시간과 관련된 정보 시각화에 대한 역사적 배경을 통해 고대부터 근대에 이르는 타임라인의 역사적 흐름과 시간 관련 데이터 시각화의 역사적 기록을 통해 타임라인의 발전과정과 사건과 정보에 따른 정보 시각화의 다양한 접근방법에 대해 살펴보았다.

4장에서는 주기적 시간에 대한 설명으로 주기적 시간의 이해를 통해 시간 구조와 특징에 대해 조사하였다. 전혀 다른 두 가지의 선형 시간과 주기적 시간의 특징을 살펴봄으로써 주기적 시간 구조에 따른 비교·분석과 디자인적 측면을 고려한 시각적 접근 및 예측 과정으로 이끌기 위한 표현 단계를 설명하였다. 또한 주기적 데이터와 시각화에서는 주기적 시간과 관련된

데이터 시각화의 사례를 바탕으로 시간과 사건의 관계를 통한 정보 전달의 효율적 접근과 미디어의 발달 및 정보 전달 기술의 발전에 의한 시각적 정보시각화의 적절한 시각적 표현에 대해 조사하였다.

5장에서는 시간관련 데이터 시각화 분류에 대한 내용으로 데이터 시각화의 과정을 통한 방법적 접근 과정을 설명하였다. 시간과 관련된 데이터 구조의 체계적인 분류와 체계적인 관점에서 데이터 시각화 대상을 분류하고 구분하는 방법을 설명하였다. 첫 번째로 사실과 지식의 전달, 두 번째는 원리와 방법의 이해, 세 번째는 분석과 비교의 근거, 그리고 마지막으로 분석과 예측의 과정을 통한 시각화의 목적과 데이터 시각화의 다양한 표현 방법을 대상의 특성과 목적에 맞게 시각적으로 접근하기 위한 방법을 정리하였다. 또한 정보 전달 매체의 기술적 특징을 알아보고 매체를 활용한 정보 전달의 효율적인 표현의 차이에 대해 설명하였다.

6장에서는 작품연구로, 주기적인 시간 데이터를 기반으로 인터랙션과 미디어를 활용하여 인터페이스를 디자인 하였다. 데이터의 특성과 상호연관성을 분석하여 시간의 연속적·주기적인 흐름을 유지하기 위한 전체 구조를 설계하였고, 직관적으로 경험할 수 있는 데이터 시각화를 표현하였다. 작품연구의 시간 범위는 캄브리아시대를 시작으로 현재의 신생대 제 4기에 이르는 범위를 설정하였고, 생명체의 진화 과정에 대한 정보를 시각화하였다.

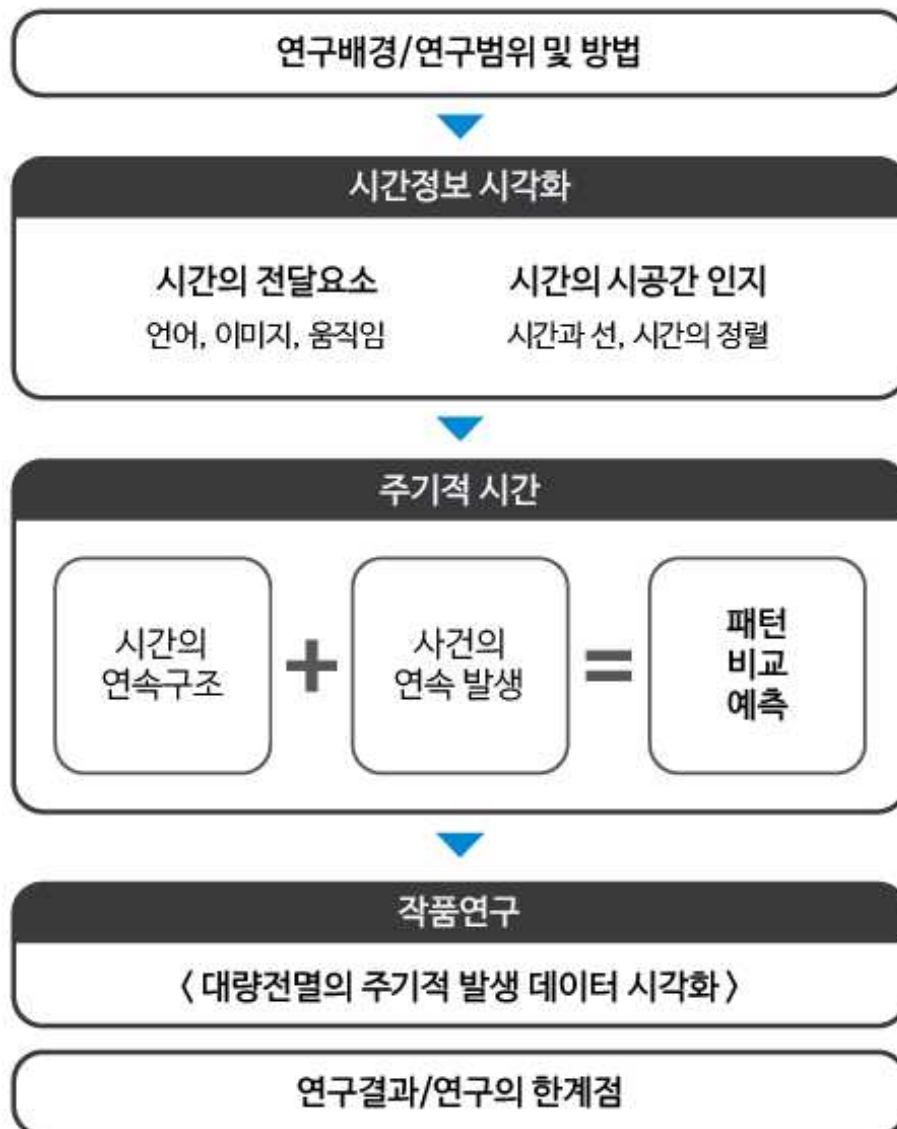
지질학적 관점에서 본 주기성에 대한 이론과 연구 자료를 기준으로 주기적 시간 단위와 사건 발생 시점을 조사하여 정리하였고, 시간의 특성과 구조를 효과적으로 표현하기 위해 형태적 접근방법을 설명하였다. 또한 환경적 변화와 외부적 요인에 따른 사건, 그리고 개체수의 변화를 정리하여 논리적 상관관계를 직관적 인터페이스 구조로 디자인하였다.

데이터의 시각화 범위가 넓어짐에 따라 시간 단위의 전체 구조를 일관성

있게 전달하기란 쉽지 않다. 연속적이고 주기적인 시간의 이동을 따라 발생하는 사건의 정확한 정보 전달과 직관적인 접근 방법, 그리고 미디어를 활용한 교육적 목적으로써 정보를 쉽게 이해하고 학습할 수 있는 방법론적 접근을 정리하였다.

7장에서는 결론으로서 작품연구의 결과를 종합하여 연구의 결과와 연구의 한계점에 대해 논하였다.

시간과 관련된 데이터 시각화 방법을 연구함에 있어서, 직선적 시간과 주기적 시간의 특징과 차이점을 먼저 정리하여 시간에 대한 정확한 이해가 필요하다. 따라서 그에 맞는 적합한 시간 관련 데이터 시각화 방법을 이해하고 모호함을 없애는 것이 중요하고, 이를 통해, 현재 디자이너가 겪고 있는 시간 관련 데이터, 특히 주기적 데이터 시각화의 문제점을 인식하고 주기적 데이터를 활용한 적절한 시각화 방법과 분석으로 정보 전달의 효율성을 높이고 사용자가 이해하기 쉬운 디자인 접근방향을 모색하는 것이 필요하다 하겠다.



[표 1] 연구계획

1.3. 용어 정리

1.3.1 시간 (Time)

시간이란 과거로부터 현재를 거쳐 미래로 이어지며 일어나는 사건들의 연속체이다.¹⁾ 시간은 종종 3개의 공간 차원과 함께 4차원의 세계이라고 지칭되기도 한다.

시간은 종교, 철학, 그리고 과학 분야에서 오랜 동안 연구의 주요 대상이 되어 왔다. 하지만 형태의 원형도 없이 모든 분야에 적용하는 방식으로 시간을 정의하는 학자의 눈을 지속적으로 피하고 있다. 그럼에도 불구하고, 비즈니스, 공업, 스포츠, 과학, 그리고 공연 예술 등 다양한 분야 모두 각각의 측정 시스템으로 몇 가지 개념을 도입하고 있다.²⁾

물리학에서의 시간은 3차원 공간에서 일어나는 물리현상을 기술하기 위하여 공간좌표와 독립적으로 도입한 매개변수이다. 물리현상을 시간적으로 추적함으로써 원인과 결과 사이의 인과관계가 명백해진다. 정확히 반복되어 일어나는 것이 물리법칙에 의하여 보증되는 자연현상이 존재한다면, 그 현상이 되풀이되는 주기를 정함으로써 물리적 시간이 정해진다.³⁾

1.3.2 선형적 시간 (Linear Time)

고대 이스라엘의 역사관에서는 인간의 행위를 신의 계명에 대한 경외와

1) <http://www.merriam-webster.com/dictionary/time>

2) <https://en.wikipedia.org/wiki/Time>

3) <http://www.doopedia.co.kr>, 시간 [time, 時間] (두산백과)

복중으로서 이해하였다. 역사는 신의 섭리로 진행된다고 생각하였으며 당연히 시간을 직선적으로 이해하였다. 근대의 과학적 사고를 바탕으로 갈릴레이, 데카르트, 뉴턴 등은 우주의 무한성과 함께 시간 진행의 전향적 방향 및 직선적 무한 진행을 믿었다. 또 19세기에 이르러 생물학적 진화론이 크게 보급되고 이와 함께 발전론적 역사관이 일반화됨에 따라 근대적 시간 표상은 대체로 선형적으로 되었다. 미래는 앞에 있고 과거는 뒤에 있는 현재는 그 양자 사이의 한 점으로 간주되어 시간은 이 삼자를 잇는 선과 같은 것⁴⁾이라고 정의하였다.

1.3.3 주기적 시간(Periodic Time)

주로 자연에 의존해서 사는 농경사회의 경우에 세월은 해와 달과 지구의 자전·공전과 함께 흐르는 것으로 간주되고 인간은 그에 맞추어 생활한다. 시간은 해(year) 단위, 달(month) 단위로, 다시 말해 낮과 밤의 주기로 되풀이 되고 있다. 어제는 오늘로 반복되고 작년은 금년으로 되돌아오는 것이다. 시간은 천체의 순환과 함께 원환적으로 나타난다는 것이다.⁵⁾

시간은 늘 일출과 일몰, 달이 차고 기우는 것, 계절의 변화와 같은 순환적인 사건들을 관찰함으로써 결정되어 왔다. 인간이 별을 관측하기 시작하고 나서부터 천계에도 주기적인 운동이 있다는 것을 알게 되었다. 그리고 자연스럽게 천계의 주기적인 사건을 순환적 시간개념에 연관 시켰던 것이다.⁶⁾

4) 소광희, 시간의 철학적 성찰, 문예출판사, 2001 p.69-70.

5) 위의 책 p.37

6) 리처드 모리스, 정윤근, 김현근 공저, 시간의 화살, 소학사. 1990. p.26

1.3.4 사건 (Event)

사건은 무엇이 특정 시간에 일어난 것을 뜻한다. 사람들은 사건의 중요성을 주관적으로 정의하는데 이것은 사람들이 자신의 삶과 역사를 돌이켜서 각각의 구간을 구분할 때 사건의 중요성을 소급 기준으로 삼기 때문이다.⁷⁾

물리학과 특정 분야의 철학에서 사건은 시간상의 특정 지점에서 발생하는 것으로 상태 변화를 기준으로 구별된다고 한다. 이것은 무언가가 사건 발생 전후로 달라진 것을 뜻한다. 물리학에서는 사건과 관련하여 사건 영역과 동시성 개념도 다뤄지고 있다. 일반적으로 물리학과 과학영역에서 사건은 한 순간에 일어나는 것이 아닌 일정 지속 시간을 가지면서 생기는 과정과 대조되는 개념으로도 사용되는 경우도 있다. 그래서 어떤 행위나 관계성을 사건의 개념이나 일순간의 관점으로 다뤄질 때는 잘못 이해될 수도 있다. 그보다 과정들이 결합되는데 있어서의 일부분으로 보는 것이 더 나을 수 있다.⁸⁾

1.3.5 데이터 시각화 (Data Visualization)

정보디자인의 방법적인 갈래로서 정보 시각화는 일반적으로 사용자에게 효율적으로 정보를 전달하기 위한 것이며, 그래픽 요소를 활용하여 데이터가 정보로서 의미가 생성되도록 형상화하는 것을 의미한다.

정보 시각화는 컴퓨터가 발전하고, 인터넷이 보편화되면서 그 의미의 차이를 보이기 시작하는데 정적(static)이고, 시각적 인포메이션 그래픽스 형태

7) 위키피디아. <https://ko.wikipedia.org/wiki/사건>

8) 사건. 위의 웹사이트

에서 동적이고(dynamic), 상호작용(interactivity)의 개념을 두드러지게 활용하는 확장된 인포메이션 그래픽스의 형태를 가지게 되었다.⁹⁾ 특히 인터넷 환경 속에서 정보시각화는 사용자에게 의한 자유로운 참여와 오픈소스를 통한 재구성이 가능하며 지속적인 피드백을 통한 끊임없는 변화를 반영하는 시각적 표현으로 범위가 확장되고 있다.¹⁰⁾

이렇듯 정보 시각화는 인터랙션 환경과 시각적 표현의 상호적 관계를 통해 확장성을 부여한다.

9) 류시천, 멀티미디어디자인에서 인포그래픽 도구로서 디지털다이어그램 활용에 관한 연구, 디자인학연구 통권 제 57호, 2004 . p.138

10) 정희숙, 웹 데이터베이스를 활용한 편집디자인에 관한 연구, 서울대학교 대학원, 2009, p.32-33

2장

시간정보의 전달

2.1 시간정보의 전달 요소

2.2 시간정보의 전달매체

2.3 시간과 공간의 인지

2. 시간정보의 전달

2.1. 시간정보의 전달요소

시간(time)과 공간(space)은 함께 공존한다. 이 두 요소는 분리 될 수 없으며, 두 요소의 결합을 통해 4차원을 나타낸다. 그리고 이 4차원의 세계가 지금 우리가 살고 현재이다. 시간은 추상적인 개념이고 따라서 본질적으로 눈에 보이지 않는 게 시간이다. 우리가 사용하는 시간에 대한 많은 용어는 공간과 물리적 환경으로부터 온 구체적인 사실에 의한 경험에서 얻어진다.

또한, 다양한 요소가 시간을 인식하는데 영향을 끼친다. 우리는 언어를 배우고 어떠한 상황을 접하면서 시간의 개념을 배운다. 이러한 것들은 문화를 통해 습득하고 인식된다. 다시 말해, 문화적 배경은 시간과 공간을 이해하기 위한 기본적인 역할을 하는 주요한 요소로 작용한다는 것이다.

다음은 문화와 관련하여 다양한 요소들이 시간의 시각적 표현에 어떤 영향을 미치고 있는지에 대해 알아보려고 한다.

2.1.1 언어

언어의 구조와 활용이 인간의 사고방식에 따라 다르게 나타난다. 특히 시간과 공간 개념과 연관이 있다고 보고, 언어학자들 사이에서 오랜 동안 많은 논의와 연구 대상이 되어왔다.

시간과 공간의 추상적 개념은 어릴 때 경험한 언어 구조에서 습득된다. 이 구조는 문화적 배경에 의해 영향을 받는데, 학습을 통하거나 사람들과의 활동에 의한 외부 환경의 자극으로 부터 습득된다. 예를 들어, 우리가 듣고

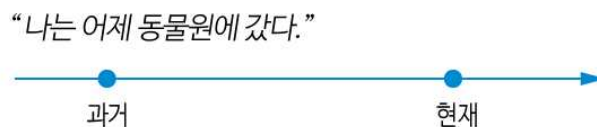
경험하는 언어 사용 환경에서 시간을 배운다. 이러한 경험을 통한 언어 습득 과정에서 우리는 시간에 대한 개념을 이해하고 시간과 공간을 이해하게 된다.

언어에 포함된 많은 표현들은 시간과 공간을 결합하고, 시간에 대해 우리가 상상하는 공간과 가깝게 연결시킨다. 트라우곳(Traugott)은 시간에 대해 아래와 같이 언급한다.

시간은 공간이다. Time is space'(Lakoff & Johnson, 1980)¹¹⁾ 우리는 시간을 상상의 장소나 걸어가는 기다란 길처럼 생각한다. 이러한 비유로 인해, 미래는 우리 앞에 놓이고, 과거는 뒤에 놓인다. 그리고 우리가 서 있는 곳은 현재가 된다. (Traugott, 1975)¹²⁾

우리가 말하는 모든 문장을 살펴보면, 이전에 얘기했던 과거의 내용이 시간의 경로를 통해 ‘현재’라는 위치와 연관됨을 알 수 있다.¹³⁾

이 경로를 따르는 ‘현재’의 위치는 우리가 얘기하는 주요 기준점이 된다. 모든 문장 안에 존재하는 이 가상의 경로는 시제¹⁴⁾를 의미하는 개념으로 되어있다. [그림 1]은 언어의 시간 경로의 예를 보여준다.



[그림 1] 언어에서의 시간 경로의 예¹⁵⁾

11) G. Lakoff and M. Johnson. Metaphors we live by. The University of Chicago Press, 1980.

12) Traugott, Elizabeth Closs. Spatial expressions of tense and temporal sequencing: A contribution to the study of semantic fields. Semiotica 15, Mouton Publishers, 1975, p 207-230

13) Marilyn Mitchell, The Visual Representation of Time in Timelines, Graphs, and Charts. Bond University, 2004. p2

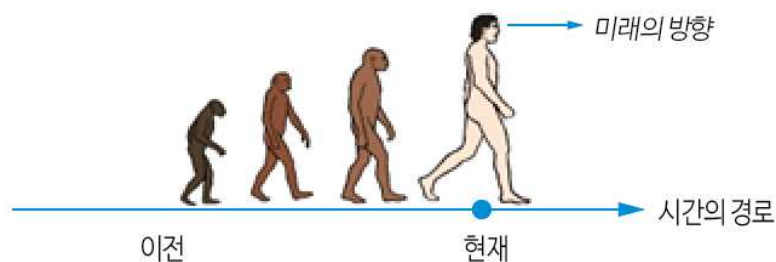
14) 시제(semantic): 동사의 문법적 형태로, 예를 들어 과거, 현재, 미래를 말한다.

언어 속에서 시간이 흐르는 경로는 타임라인이나 시계의 문자판과 같은 형태로 나타난다. 또한 언어는 타임라인에서 기준점을 갖게 되는데, ‘현재’의 시점이 어디에 위치하고 있고 ‘과거’의 시점이 어디에 있는지를 나타낸다.

2.1.2 이미지

시간 속에서 사건을 구조화하는 방법과 시간의 인식에 영향을 끼칠 수 있는 요소는 이미지에서 사용하는 방향성이다.

시간의 시각적 표현은 실제 방향성을 가지며, 미래로 향하는 형태를 취한다. 예를 들어, 진화의 타임 라인[그림 2]은 일반적으로 페이지의 왼쪽에서 오른쪽으로 표현되며, 미래의 방향을 의미하는 오른쪽 경로를 따라 생명체 진화의 시간 흐름을 표현한다.



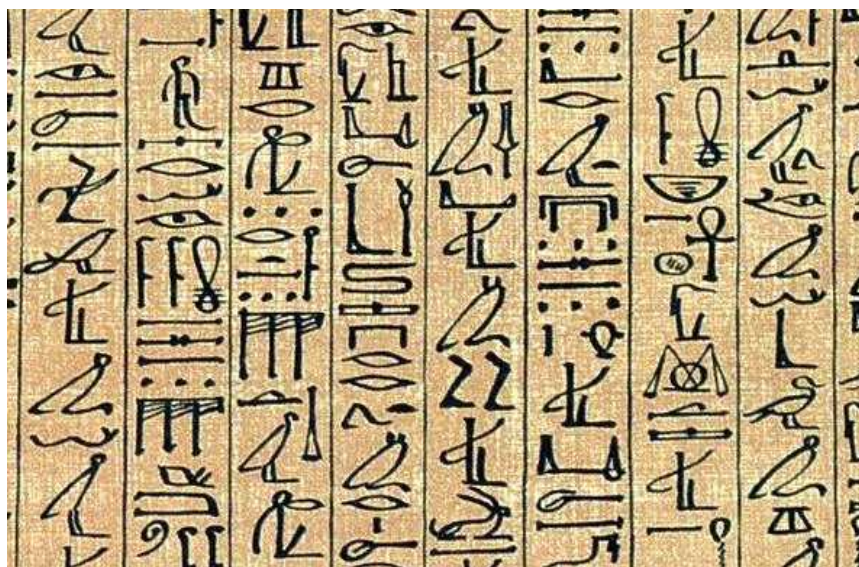
[그림 2] 타임라인에서 방향의 중요성¹⁵⁾

15) Marilyn Mitchell, The Visual Representation of Time in Timelines, Graphs, and Charts. Bond University, 2004. p. 2

16) Marilyn Mitchell, 위의 책. p. 2

반 소머즈(Van Sommers, 1984)에 따르면, 대부분의 오른손잡이 사람이 얼굴을 그릴 때, 얼굴의 방향이 왼쪽에 향하고 빈공간의 왼쪽에서부터 그려나간다고 했다. 그 결과 이 연구에서, 사람들은 미래로 향하고 있는 것처럼 보이도록 의도적으로 타임라인 안에 속한 사람을 오른쪽 방향으로 향하도록 묘사한다는 것을 알아냈다.¹⁷⁾

이미지의 사용이 방향성을 전달하는 또 하나의 구조는 이집트의 상형문자이다.[그림 3] 이 상형문자의 구조는 살아있는 생명체를 그림으로 문자화하여 기록한 것이다. 상형문자에 그려진 생명체는 새나 사람들로 글쓰기가 시작하는 방향을 바라보고 있다. 따라서 타임라인에서 바라보는 방향이 시간과 관련된 의미를 전달하고 있고, 언어적 시간 시제의 표현을 대신할 가능성이 높다고 본다.



[그림 3] 필기체 상형문자(hieroglyphs)를 나타내는 파피루스 부분¹⁸⁾

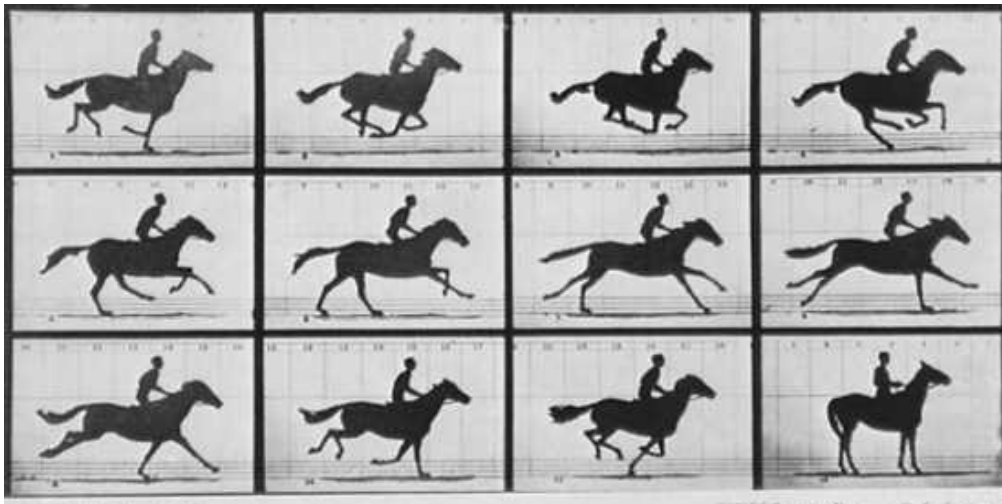
17) Marilyn Mitchell, 위의 책. p.3

18) 위키피디아 https://en.wikipedia.org/wiki/Egyptian_hieroglyphs

2.1.3 움직임

시간의 표현과 운동의 연구는 역사를 통해 과학과 예술분야에서 큰 도전이었다. 이들 분야 가운데 운동 연구를 통해 시간을 반영한 것은 사진이다.

수평선을 따라 오른쪽을 바라보는 생명체의 사용은 1870년대에 머이브리지(Eadweard Muybridge)¹⁹⁾에 의해 시작되었다. 그는 동영상처럼 볼 수 있는 첫 번째 사진[그림 4]을 개발했다. 머이브리지는 라인 위에 동등한 간격으로 스틸 카메라를 배치하고 연속적으로 사람이나 동물의 이동하는 모습을 사진으로 촬영한 후, 글을 읽는 순서를 따르는 촬영된 사진을 올려놓았다. 이 사진의 정렬은 타임라인 디자인 패턴의 기초로 이어지는데 도움을 준다.



[그림 4] The Horse in Motion²⁰⁾

19) Eadweard James Muybridge, 영국의 사진가. 동물의 움직임에 대한 획기적인 연구와, 영화를 만들 때 사용하는 필름을 앞서는 기계(Zoopraxiscope)를 개발한 것으로 유명하다. <https://ko.wikipedia.org>

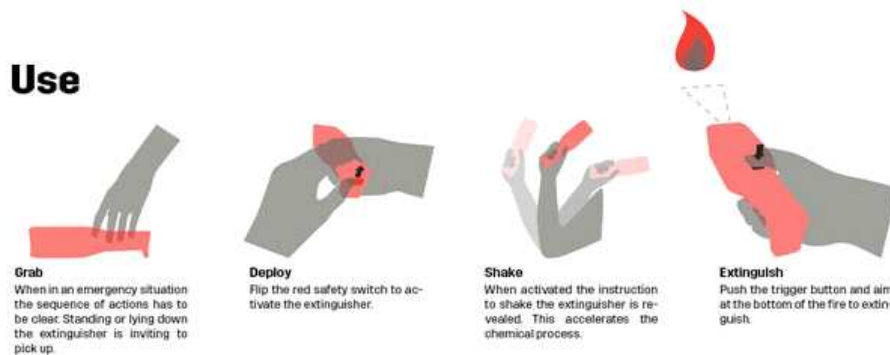
20) The Horse in Motion by Eadweard Muybridge
https://en.wikipedia.org/wiki/Eadweard_Muybridge

트라우곳(Traugott, 1975)에 따르면, 언어적인 시간의 가장 중요한 하부조직은 “시제”, “시간적 순서” 그리고 “양상” 이라고 언급한다. 시제는 무언가를 표현하기 위해 모든 문장에서 존재하거나 발생한다. 시간적인 배열 결정은 하나의 사건이 상호적으로 연관되어 발생하는 경우를 말하고, 양상은 기간 또는 사건의 일반적인 성질을 말한다. 또한 트라우곳(Traugott)은 언어에서, 시제, 시간적 순서, 그리고 양상을 다른 것으로 부터 완전히 분리시키는 것은 어렵다고 말한다.²¹⁾

2.2 시간정보의 전달매체

시간과 관련된 정보와 연관되지 않는 두 분야는 시각적 설명(visual explanation)과 시각적 스토리텔링(visual storytelling)이다. 이 두 분야는 보편적으로 일상생활 어디에서나 다양한 형태로 사용되는데, 추상적 정보를 시각화하기 위해서 고려되지는 않았다. 시각적 설명(visual explanation)의 사용 예는 [그림 5]과 [그림 6]와 같이 집안의 가전제품, 가구 조립, 자동차 수리, 그리고 그 외 많은 설명서에서 사용되는 것을 볼 수 있다. 시각적 설명과 시각적 스토리텔링은 때로 설명으로 불충분한 내용을 지원하기 위해 그림을 통한 단계적인 과정을 시각화하여 사용된다. 이러한 시각적이고 단계적인 특징을 활용한 접근은 시각적인 면을 활용하여 추상적인 정보를 사용자에게 알기 쉽게 표현하기 위해 적용된다.

21) Eadweard James Muybridge, 영국의 사진가. 동물의 움직임에 대한 획기적인 연구와, 영화를 만들 때 사용하는 필름을 앞서는 기계

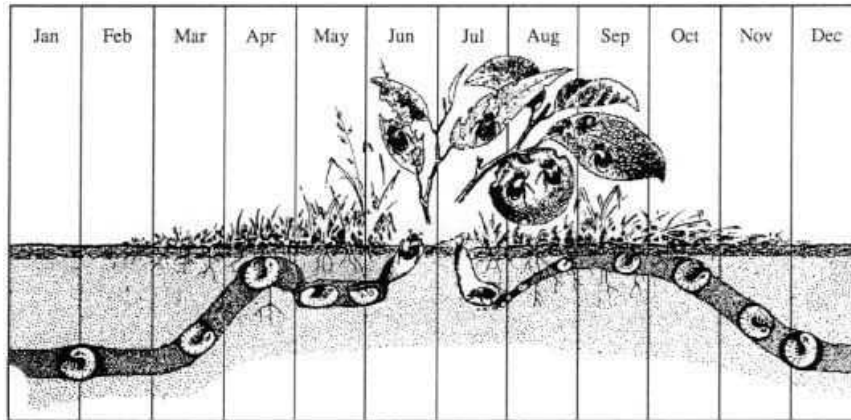


[그림 5]단계적인 과정을 묘사하기 위한 시각적 표현

이러한 스토리텔링은 오랜 기원을 찾을 수 있는데, 원시시대의 동굴 벽화나 이집트의 상형문자부터 시작해 그림책과 여러 컷으로 분할된 만화(cartoon strips)²²⁾로 발전해 왔다.

시간(Time)은 시각적 스토리텔링과 함께 모든 것을 하나로 묶는 중심이다. 일반적으로 우리는 스토리텔링에서 시각화에 적용할 시간과 관련된 표현 방법들을 찾아 볼 수 있고, 특히 시간 관련 정보를 시각화하는데 적용되는 경우를 접할 수 있다.

22) Comic strip은 여러 그림이 이어진 스토리가 있는 형태를 말하고, Cartoon은 주로 1컷 정도 되는 풍자, 시사만화를 말한다. 우리나라에서는 둘 다 만화라 부른다. Cartoon은 강력하고 유쾌한 풍자, 시사성 내용이 대표적이다.



[그림 6] Life Cycle of the Japanese Beetle²³⁾

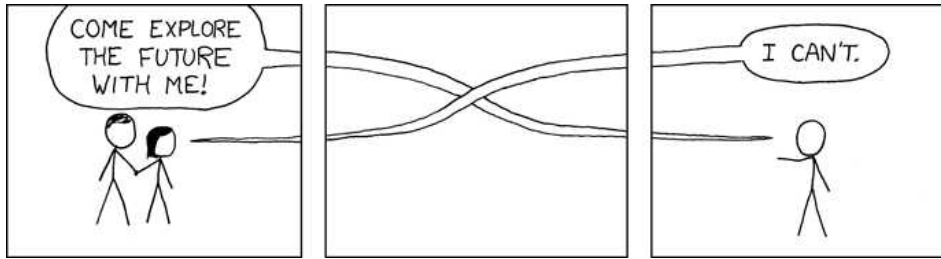
곤충의 성장 과정을 보여주기 위해 장소, 시간을 이용한
전형적인 라이프 사이클 정보 시각화

2.2.1. 만화

만화의 시간적 흐름은 가로로 나란히 펼쳐놓은 병렬로 된 공간 속에서 표현되기 때문에, 시간이나 순차적 표현을 통한 시각예술이라고 부른다. 만화는 정적인 2차원 형태를 유지하면서도 독자들에게 정보를 전달하거나 미적인 반응을 일으키기 위한 목적으로 그림들을 순서적으로 늘어놓으면서 많은 시간 개념을 포함하는 것을 알 수 있다.

스캇 맥클라우드 (Scott McCloud, 1994)는 그림이나 사진에 다양하게 적용되는 시간과 역학, 그리고 동세를 활용한 효과적인 표현 방법과의 상호보완 관계에 대해 연구를 해왔다.

만화는 이러한 다양한 양식을 활용하는 매체이며, 시각화에 적용할 수 있는 많은 시간 개념의 원활한 표현을 가능하게 한다.



[그림 7] Randall Munroe, xkcd - A Webcomic of Romance, Sarcasm, Math, and Language. ZRandall Munroe, xkcd²⁴⁾



[그림 8] Greg Dean, RealLife - A daily online comic.²⁵⁾
한 페이지에서 나란히 놓인 화면에 시간의 흐름을 표현한 만화

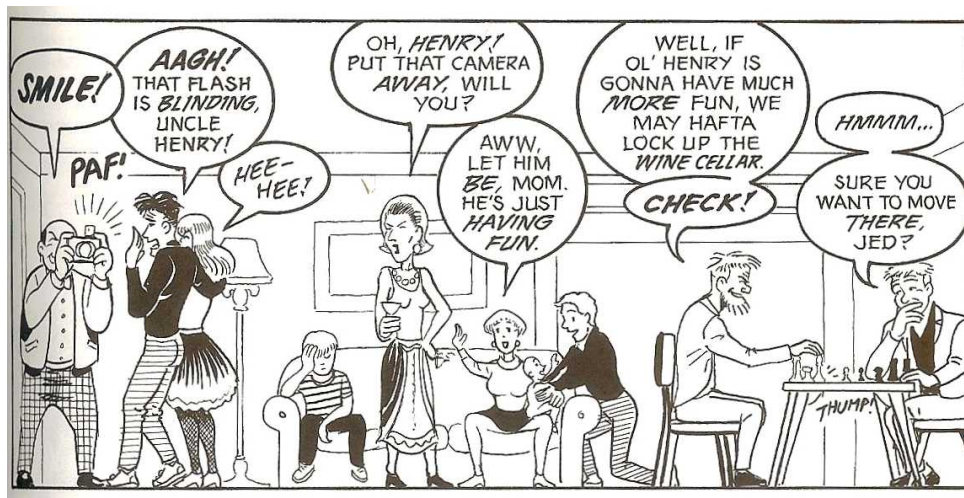
만화에서 기본적으로 시간이 흐르는 과정은 프레임의 병렬구조를 통해 나타나게 된다. 그러나 하나의 프레임 또한 시간 속에 고정된 순간보다 더

24) Randall Munroe. Retrieved Feb, 2011.
<http://xkcd.com/338/>;

25) Greg Dean, RealLife - A daily online comic
http://www.johnbooty.org/2011_10_01_archive.html

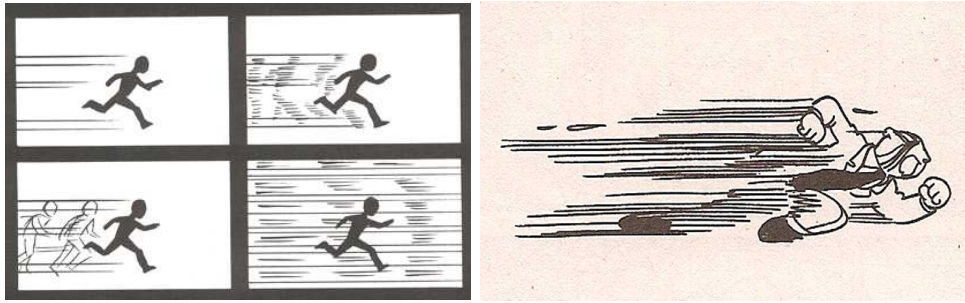
많은 시간을 묘사 할 수 있으며, 나란히 배치 된 사진보다 그 이상의 시간 표현도 가능하다.

만화에서 시간의 표현은 한 프레임이 연속적으로 이어져 시간의 흐름을 나타내는 것뿐만 아니라 [그림 9]에서 보듯이 하나의 프레임으로 전체 장면을 묘사하기도 한다. 만화에서 시간은 공간으로 느끼게 되는데, 이 경우, 시간의 범위가 짧게는 100분의 1초에서 부터 그 이상 원하는 시간까지 더 길게 다양한 시간의 흐름을 표현할 수 있다.



[그림 9] 하나의 단일 프레임 속 다양한 시간 표현 26)

26) Scott McCloud. Reprinted with permission of HarperCollins Publishers.
McCloud, 1994, p. 95



[그림 10] 만화에서 움직임을 표현하기 위한 기술.(동작선의 사용) 동작성의 예시(좌)²⁷⁾, 빠른 스피드 표현(우)²⁸⁾

만화 속 프레임에서 시간은 압축되고 확장되고 프레임의 모양에 따라 시간의 느낌은 달라진다. 또한 만화는 단순히 직선적인 시간의 흐름으로 전개되는 이야기가 아니라는 것을 의미한다. 만화는 그림이나 사진, 그리고 영화에 비해 매우 다양하게 시간을 다룰 수 있다. [그림 10]과 같이 만화에서 시간적 측면 외에도, 동작은 시간 표현의 또 다른 중요한 부분이다. 반복적인 이미지 배열이나 기다란 선의 사용, 또는 흔들리는 기법과 같은 추가적인 효과는 동작을 표현하는 선과 같은 여러 시각적 기술로 사용되며 연상 작용을 일으킨다. 이러한 동작의 선은 사진에서 부분적으로 차용되기도 한다. 근래에는 영화에서도 만화의 동작선과 같은 효과를 이용한 촬영 기법이 활용되고 있다.

2.2.2 음악과 춤

악보는 우리가 알고 있는 음악 표기법이다.[그림 11] 그러나 우리는 악보가 시간과 관련된 정보를 포함하고 있다는 것을 잘 모르고 있다. 악보는 음악을 기호, 문자, 숫자 등으로 기보법에 따라 가시적으로 적은 것²⁹⁾을 말

27) <http://homes.cs.washington.edu/~aseem/videoVis/intro.html>

28)

<http://johnrozumforkids.blogspot.kr/2010/11/depicting-speed-in-comics-part-2.html>

29) 악보[musical note , 樂譜],요약, (두산백과)

한다. 악보는 시간적 정보를 분명하게 시각적으로 표현하고 있고 시간의 변화와 연관되어 음악을 형성해 나간다.

음악은 본래 시각적 예술로서 순간마다 생기는 음으로 이루어지는데, 이것을 곧 연주, 감상 등의 근거로, 또는 기억, 보존, 학습 등의 목적으로 공간적, 시각적인 형태로 옮겨놓는 것이다.³⁰⁾

악보를 구성하고 있는 다양한 요소인 음표와 선, 그리고 기호 등은 시각적 언어를 구성한다. 비트와 리듬, 음표 길이, 일시 정지 표시, 악기의 튜닝 및 배열은 악보에서 가장 중요한 시각화의 변수로 작용한다. 이를 통한 음악적 리듬은 음이 연속적으로 진행할 때의 어떤 시간적 질서라고 말할 수 있다.³¹⁾

이처럼 악보 속 다양한 음악적 요소를 통한 시간적 표현은 음악의 흐름을 만들어낸다. 이와 비슷하게, 춤 동작을 종이에 기록하기 위한 특별한 표기도 사용된다.[그림 12], [그림 13]



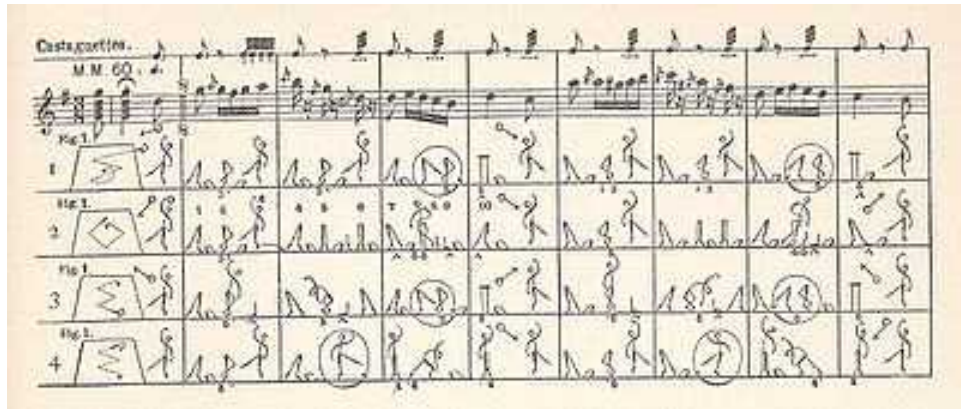
[그림 11] 음악 표기법 및 배열의 시각화.³²⁾

30) 악보[musical note , 樂譜], (두산백과)

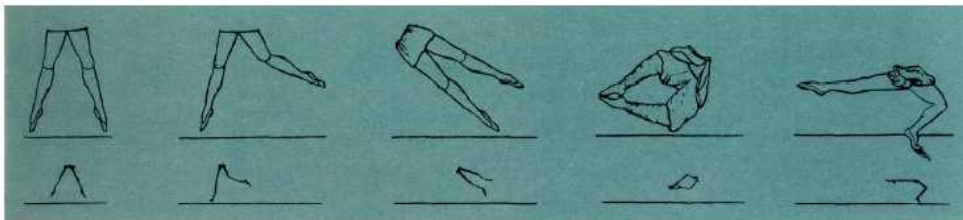
31) 네이버 지식백과(두산백과)_리듬[rhythm]

<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1089442&cid=40942&categoryId=32992>

32) <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AmazingGraceFamiliarStyle.png>



[그림 12] 댄스 표기_ 종이 위에 춤 동작을 기록³³⁾



[그림 13] 자세한 춤동작 표현³⁴⁾

2.2.3. 영화

시간의 시각화로 재미있게 표현하는 분야는 ‘영화’이다. 영화 제작자(감독)는 매우 복잡한 비선형적 이야기를 영화라는 매체를 통해 시간적 선형 구조로 짜임새 있게 시각적으로 옮길 수 있다. 이러한 구조가 가능한 것은 영화 촬영 기술이나 편집 기술로 나타나는 것이 아니라 이야기의 줄거리와 관계가 있다.

아래의 영화들은 시간과 관련된 복잡한 스토리 구조를 선형적 묘사한 특

33) Edward R. Tufte, Envisioning Information, Graphics Press, 1990, p. 117
https://en.wikipedia.org/wiki/Dance_notation

34) Edward R. Tufte, Envisioning Information, Graphics Press, 1990, p. 117

정을 가진 작품들이다. 롤라런 (Run Lola Run)과 펄프픽션 (Pulp Fiction), 메멘토 (Memento), 그리고 영상과 관련된 뮤직 비디오(Music Video)에 관한 내용으로 시간과 연관된 시각화에 대한 간단한 내용을 소개한다.

Run Lola Run

롤라런 (Run Lola Run)[그림 14](좌측)은 일어날 수 있을 법한 사건을 영화를 통해 순차적으로 묘사한다. 각각의 에피소드가 같은 시간에 시작하고 사건은 다르지만 서로 연결 가능한 고리의 형태로 나타낸다.

Pulp Fiction

펄프픽션(Pulp Fiction)[그림 14](가운데)은 1994년 미국에서 만들어진 독립 영화로서 범죄 코미디 영화이며, 뒤죽박죽 독특한 시간적 구성과 그라인드 하우스 시절의 B급 영화에 대한 재현을 선보인 탁월한 작품이라는 평가를 받았다.³⁵⁾

이 영화는 오프닝을 제외하면 4개의 챕터로 구성된다. 1(No Title), 2(Vincent Vega and Marsellus Wallace's Wife), 3(The Gold Watch), 4(The Bonnie Situation)의 순서대로 영화는 진행된다. 그러나 시간의 흐름대로 챕터를 배열하자면 1-4-2-3의 순서대로 이야기가 진행되어야 한다. 그렇게 복잡한 배열은 아니지만 역배열로 인한 영화의 재미를 추구하기 위한 구성으로 만들어 졌다.³⁶⁾

35) <https://ko.wikipedia.org/wiki/펄프픽션>

36) <http://movie.naver.com/movie/board/review/read.nhn?nid=1631360>
펄프픽션 서사분석

Memento

이 영화[그림 14](우측)의 구성을 시간과 공간을 비틀어 비선형적 역순구성을 하고 있다, 다시 말해, '교차편집'이라고 불리는 구성을 하고 있다. 영화의 시퀀스는 시간과 공간의 비선형 구성으로 흘러가고, 과거와 현재를 동시에 보여주며 극적 긴장감을 고조시킨다. 미래-과거-미래-과거-미래-과거를 연결하는 이러한 전개 방식은 마지막에 도달해서야 모든 사건의 실마리가 풀리는 형식을 취하고 있다.³⁷⁾



[그림 14] (좌측부터) 롤라런 Run Lola Run, 펄프픽션 Pulp Fiction, 메멘토 Memento

2.2.4 뮤직 비디오

뮤직 비디오 또한 종종 음악적 스토리나 영상을 바탕으로 파격적인 시간 흐름을 시도하고 있는 분야 가운데 하나이고 시간과 공간의 간절한 짜임세로 영상에 사용되고 있다.

37) <http://bezzera.tistory.com/518>

영화‘메멘토’_무엇을 상상하든 그 이상의 반전 영화

[그림 15]은 미셸 공드리 (Michel Gondry)의 뮤직 비디오이다. 지속적인 시간의 흐름에 따른 물체의 위치와 이동의 속도, 공간, 움직임, 리듬, 반복과 함께 시간 차원의 변화와 음악적 요소를 통해 시간을 재배열하여 표현한다.



[그림 15] The Chemical Brothers - Star Guitar by 미셸 공드리

2.2.5 그림

시간의 한정 범위를 극복하기 위한 또 다른 흥미로운 접근 방법으로 그림이나 회화에서도 찾아 볼 수 있다. 르네상스 시대의 회화를 살펴보면 시간의 흐름이라는 개념과 사건 전개를 고정된 화면 속에서 시각적으로 나타내었다. 그 예로, 마솔리노 다 파니칼레 (Masolino da panicale)의 그림[그림 16]으로, 성 베드로의 인생에 대한 내용을 그린 것으로 서로 다른 시간대에 일어난 사건들을 한 화면에 두 장면으로 표현하였다.

한 화면에 서로 다른 시간적 사건들을 통합적으로 배치하여 그린 이러한 표현 방법은 그 당시 사람들에게는 익숙한 것이었겠지만, 두 사건이 한 공간에서 공존한다는 것은 우리에게는 그리 익숙하게 다가오지는 않는다.



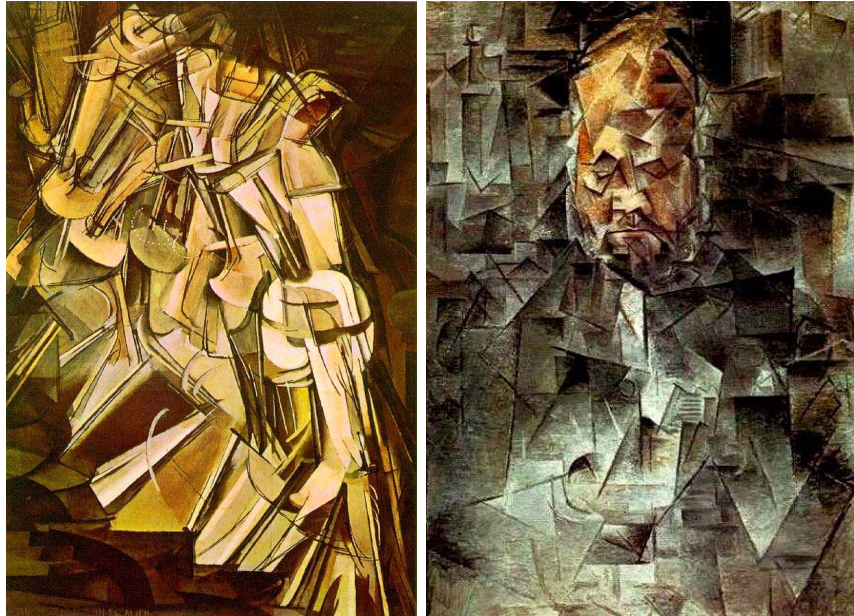
[그림 16] 마솔리노 다 파니칼레, 불구자의 치유와 타비타의 소생
(Curing the Crippled and the Resurrection of Tabitha)³⁸⁾

20세기 초로 넘어서면서 새로운 것에 대한 발견과 과학 분야에서 돌파구를 찾으려는 것이 시대적 분위기였다. 특히 아인슈타인의 상대성 이론을 비롯한 수학과 물리학 등이 혁명을 일으켰다. 그러나 단지 과학 분야만 이러한 이론에 흔들렸던 것이 아니었다. 과학적·물리적 개념에 영향을 받은 예술가들도 자신만의 방식으로 시간에 대한 다양한 주제로 전환하려 시도하였고, 이들 가운데 맨 먼저 미술에 시간을 시각화하려 시도했던 것이 입체파(Cubism) 화가들이었다. 아인슈타인의 3차원 공간과 시간이라는 새로운 차원의 결합은 입체파 작가들의 작품에도 영향을 끼쳤으며 시간과 공간사이의 관계를 4차원의 고정된 장면으로 표현하였다.

[그림 17]은 마르셀 뒤샹(Marcel Duchamp)의 ‘계단을 내려오는 나부(Duchamp Nude Descending Staircase. No.2)’이다. 이 그림은 한 사람의 움직임을 다양한 시간에 걸쳐 한 공간 속에 단계적으로 배치하는 방식으로 시간의 차원을 표현하였다. 또 다른 예로는 파블로 피카소(Pablo Picasso)의 앙브루아즈 볼라르의 초상(Portrait of Ambroise Vollard)[그림 18]으로 다방면의 여러 관측 시점이 구성되어 한 장면으로 형상화된 그림이다.

38)마솔리노 다 파니칼레, 불구자의 치유와 타비타의 소생

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cappella brancacci, Guarigione dello storpio e resurrezione di Tabita \(restaurato\), Masolino.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cappella_brancacci,_Guarigione_dello_storpio_e_resurrezione_di_Tabita_(restaurato),_Masolino.jpg)



[그림 17] (좌) 마르셀 뒤샹, 계단을 내려오는 나부, No.2, 1912.

[그림 18] (우) 파블로 피카소, 앙브루아즈 볼라르의 초상, 1910.

예술가들은 일정한 시간이 지나는 것을 기록하고 보여주기 위한 과정에 중점을 두고자 했다. 정적인 그림을 4차원으로 옮겨오는 이러한 표현은 일반 사람들에게는 생소하고 이해하기 어려운 부분으로 보인다.

지금까지 시각 예술에서 관련 역사와 구체적 시각화 기술, 그리고 시간 표현에 대한 응용 방법 등에 대해 알아보았다.

다음 장에는 시간의 특성 가운데 주기적 시간에 대한 구조와 이해에 대해 알아보려고 한다. 주기적 시간과 선형 시간과의 다른 점이 무엇인지 알아보고 주기적 시간의 특성에 맞는 시각화 방법은 무엇인지 살펴보려고 한다.

2.3. 시간과 공간의 인지

위에서 살펴 본 바와 같이 언어와 이미지 그리고 사진 속 움직임에서 시간을 전달하는 방법에는 다양한 접근이 있음을 알 수 있다. 또한 시간과 관련된 데이터가 다양한 매체를 통해 전달되는 사례를 알아보았다. 그렇다면 사람들은 실제로 시간 정보를 어떻게 잘 이해하고 어떻게 공간과 방향을 상상하고 있는지를 알아보도록 하겠다.

언어를 통한 많은 경험으로 부터 시간과 공간이 공존한다는 것과 시간에 대한 우리의 상상력은 공간과 밀접하게 연결되어 있다.

2.3.1 시간의 언어적 표현

시간은 연속적이고 표현할 수 없다는 것을 알고 있기 때문에 우리는 주로 시간을 설명하기 위해 1차원적 용어를 사용한다. 예를 들어, “무엇을 찾고 있다.”나 “내가 그를 만났을 때,”와 같이 우리가 머릿속에서 생각해낸 이러한 공간적 설명들은 연속적으로 흐르는 시간에 일어나는 사건들이 어떻게 구성되는 지에 대한 정보를 제공한다.

2.3.2 시간과 공간의 표현

2.3.2.1 시간과 선

근대 타임 라인의 발명가인 조셉 프리스틀리(Jeseph Priestley)는 시간은 손으로 잡을 수 없는 것이지만, 시간은 어떤 방법으로든 양적이라고 주장하고, “측정 가능한 공간의 개념에 의해 우리 마음속에 자연스럽게 쉬운 표현 방법이 선(line)이라고 인정했다. 선(line)은 시간과 같고, 길이로 연장될 수 있다. 따라서 길거나 짧은 시간의 간격은 길고 짧은 선에 의해 대부분 여유 있게 나타나게 된다.”³⁹⁾

시간의 1차원적 특징은 1차원적 표현을 사용하는 것이 좋다. 그렇지만 왜 우리가 시간을 수평선과 왼쪽에서 오른쪽으로 향하는 배열을 선택해서 사용하는지에 대한 이유는 생각해 볼 만 하다.

“시간 지도의 탄생(원제:Catographies of Time)”⁴⁰⁾의 책에서, 로젠버그(Rosenberg)와 그래프턴(Grafton)은 “선(line)은 일반적으로 생각하는 것보다 훨씬 복잡하고 다채로운 형태이다”⁴¹⁾라고 증명한 것과 같이 선은 다양한 많은 형태로 나타날 수 있다. 예를 들어, 선은 아날로그시계의 시침처럼 원형의 형태로 표현될 수 있기 때문이다.

39) J. Priestley. A description of a chart of biography. Printed at Warrington, 1765.

40) 대니얼 로젠버그, 앤서니 그래프턴, 김형규 옮김, 시간 지도의 탄생 (Catographies of Time), 현실문화연구, 2013

41) D. Rosenberg and A. Grafton. 시간지도의 탄생 Cartographies of time: A history of the timeline. Princeton Architectural Press, 2013.

2.3.2.2 시간의 정렬

시간을 2차원 공간에서 시각화 한다면, 두 개의 축을 가진다. 수평축과 수직축이 그것이다. 이 두 요소는 위쪽이나 오른쪽 중에 하나의 값이 증가하는 것을 나타낸다.

수직(Vertical) 정렬

셰퍼드Shepard와 후르위츠 Hurwitz (1984)의 말에 의하면, 위의 위치가 아래의 위치보다 더 크거나 더 좋게 보이는 이유는 우리의 일상생활 어디서나 존재하는 중력에서 비롯된다고 볼 수 있고, 따라서 우리와 우리 주변의 모든 사물들은 중력의 방향을 지향하는 42)것으로 부터 나타나는 현상이라고 주장한다. 물리적으로 말하면, 위쪽에 위치한 어떠한 물체는 바닥에 놓여 있는 것보다 더 많은 에너지를 가지고 있기 때문이다. 우리가 사용하는 언어에서 수직적 위치의 표현은 “최고의 자리에 서다.”와 “기분이 우울하다.”와 같이 위와 아래에 연관된 일반적 표현으로 사용된다.

수평(Horizontal) 정렬

사실, 우리는 매일 수직보다 수평을 더 많이 경험한다. 그렇다면 왜 우리는 오른쪽이 왼쪽보다 크고 더 많은 것처럼 받아들여지고 있는가? 라는 의문이 든다. 이것은 몇몇 연구의 결과로 설명되고 있다.

라다바스(Ladavas, 1988)의 연구에 의하면, 우리가 주로 사용하는 손은 수평적 공간 차원에서 행동하기 위한 능력뿐만 아니라, 언어의 판단에도 영향을 미친다고 한다. 그러나 더 큰 영향력은 글쓰기의 다양한 방향에서 찾

42) R. N. Shepard and S. Hurwitz. Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps. *Cognition*, 1984. 18(1-3):161 - 193

을 수 있다. 도바스키(Tversky)는 자신의 연구(1991)에서 글쓰기가 어떻게 공간적 인지에 영향을 끼치는지에 대해 설명하고 있다.⁴³⁾ 도바스키의 연구는 영어, 히브리어, 아랍어 등의 다양한 글쓰기 방향과 다른 언어문화권에서 약 1200명의 어린이와 어른들을 대상으로 비공간적 관계를 나타내기 위해 공간을 어떻게 사용하는지를 관찰했다. 도바스키는 연구 참가자들에게 시간적 정보와 정량적 정보나 자신의 취향을 나타내는 요소들을 종이 위에 배치하도록 했다.

시간 배열에 대한 연구 결과는 영어문화권 사람들의 경우, 왼쪽에서 오른쪽으로 향하는 일관성을 강하게 보였고, 아라비아 문화권 사람들의 경우 그 반대인 오른쪽에서 왼쪽으로 시간을 배열하는 성향을 보였다. 그리고 아주 어린 참가자의 경우 위에서 아래로 시간 정보를 정렬하는 경향을 보였다. 또한 히브리어를 사용하는 사람들은 일관성이 적었는데, 이는 아마도 그들이 유럽의 언어를 배웠기 때문이고, 아랍어에서 사칙연산의 계산 방향이 왼쪽에서 오른쪽으로 진행하기 때문⁴⁴⁾이라고 보았다.

다시 말해, 시간 배열에 대해 일관성이 적었다는 것이다. 아라비아 문화권의 이러한 비일관적인 특징은 유럽의 언어를 배워왔기 때문이고 아랍어에서 사칙연산의 계산 방향이 왼쪽에서 오른쪽으로 진행하기 때문에 나타난 현상이다.

따라서 이 연구를 통해 얻은 결론은 수평적 타임라인에서 적어도 왼쪽에서 오른쪽으로 글을 쓰는 참가자들에게는 왼쪽에서 오른쪽으로 시간 진행을 나타내는 표현이 가장 잘 받아들여지는 것을 의미한다. 또한, 시간 속에서 사건을 구조화하는 방법과 시간의 인식에 영향을 끼치는 요소는 글쓰기에서 사용하는 방향성으로 나타난다.

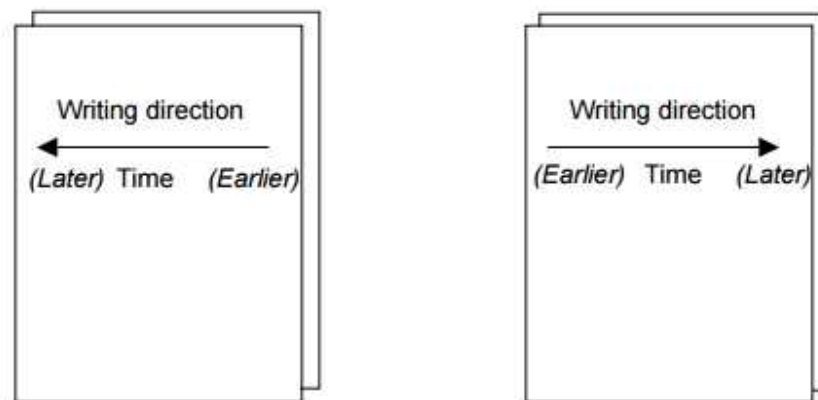
중국어와 영어를 사용하는 사람들에게 시간의 방향은 너무 다르게 생각되

43) B. Tversky, S. Kugelmass, and A. Winter. Cross-Cultural and Developmental Trends in Graphic Productions. *Cognitive Psychology*, 23(4):515 - 557, 1991

44) 위의 논문 p. 515-557

고 있다. 중국의 만다린은 위에서 아래로 그리고, 오른쪽에서 왼쪽으로 글을 쓰는 방향성을 보인다. 반면에 영어는 수평적으로 왼쪽에서 오른쪽으로 글을 쓴다. 이와 다르게 글쓰기에 대한 다른 표현방법도 존재한다.

즈완(Zwaan, E.W.J, 1965.)은 시간의 이동 방향에 대한 사람들의 인식은 그들이 글을 쓰는 방향을 반영하고 있음을 언급하고 있다. 그 예로, 오른쪽에서 왼쪽으로 글을 읽는 이스라엘 사람들은, 페이지의 오른쪽부터 과거에 대한 개념을 연결시켰고, 왼쪽에서 오른쪽으로 글을 읽는 네덜란드 사람들은 왼쪽에 과거의 개념을 연결시켰다는 것을 발견했다. 따라서 ‘과거’나 ‘이전’에 대한 개념은 글을 쓰기 시작하는 페이지의 시작부분에 위치하고, ‘미래’나 ‘이후’에 대한 개념은 글쓰기가 끝나는 곳에 위치한다.⁴⁵⁾는 결론을 내린다. 아래의 이미지는 문화에 따른 글쓰기 방향과 시간 인식과의 연관 관계를 설명하는 그림이다.



[그림 19] 페이지 상에서 보여지는 글쓰기 방향(문화)과 시간의 개념⁴⁶⁾

45) Zwaan, E.W.J. (1965). Left and right in visual perception as a function of the direction of writing. Doctoral Thesis, Rijksuniversiteit Utrecht, The Netherlands. Cited in: Winn, W. (1994), Contributions of perceptual and cognitive processes to the comprehension of graphics. In: Schnotz, W., & Kullavy, R.W. (Eds.), Comprehension of Graphics. Amsterdam: North-Holland, p. 3- 27.에서 재인용

46) Marilyn Mitchell, The Visual Representation of Time in Timelines, Graphs, and Charts. Bond University, 2004

[그림 19]에서 보면, 왼쪽에서 오른쪽으로 글을 쓰는 문화(우측 그림)에서, 시간의 흐름은 수평선을 따라 왼쪽에서 오른쪽으로 이동함을 보여주고 있고, 이러한 시간에 대한 개념은 글쓰기의 문화적 관습과 연관성을 가지고 있음을 설명한다. 이러한 형식은 왼쪽을 ‘과거’으로 인식하고 오른쪽 방향을 ‘미래’로 하는 2차원의 시간표현과 연결되어 있음을 알 수 있다.

우리는 다양한 형식과 방향, 그리고 성향에 따라 사건을 순서적으로 배열한다. 영화, 만화, 문학, 그리고 회화 모두 시간의 개념을 표현하는 특정 방법을 가지고 있다. 그러나 이러한 모든 시간의 구조는 어느 시점에서 만들어진 규칙들이다. 왜냐하면, 우리는 시간과 공간 또는 이동에 대한 선입견을 가지고 세상에 태어나지 않았기 때문이다. 예를 들어, 스페인 알타미라에 있는 동굴 벽화가 특정 방향성을 따르지 않는다면, 그 동굴벽화는 시간 구조를 표현하는 이야기를 나타낼 수 없었을 것이다.⁴⁷⁾

이러한 예를 보면서 우리는 문화적 관습에 따른 시간의 방향성이 시각적 표현으로 나타남을 확인 할 수 있다.

2.3.2.3 사건의 표시

선을 따라 정렬된 사건들은 다양한 특성을 가질 수 있다. 그 특성들은 연속성과 중요성이 각기 다를 수 있고, 다양한 카테고리에 속할 수 있다. 따라서 우리는 이러한 차이를 어떻게 나타낼 것인지에 대한 방법을 고민해야 한다.

오늘날 타임라인에서 한 순간의 사건은 점(dot)을 사용하거나, 선(Line)을 사용하여 기간을 나타내고, 카테고리별로 일어난 사건에 색을 입히거나 수

47) Wachtel E. The first picture show: Cinematic aspects of cave art. Leonardo 26. MIT Press. 1993

직 정렬을 사용하여 표현하기도 한다. 또한 원형을 사용하여 원의 반경에 색상의 채도 변화를 통한 폭의 증가로 사건의 중요도를 나타내기도 한다. 이러한 표현 방법들은 타임라인에서 사건을 표시하는 일반적인 방법이지만 가장 효과적이고 유용한 방법으로 사건을 증명하는 규칙이나 연구가 필요하다.

3장

시간정보의 시각화

3.1 역사적 배경

3.1.1 고대 시간정보의 시각화

3.1.2 근대 시간정보의 시각화

3. 시간 정보의 시각화

이전 내용에서 볼 수 있듯이 수평선은 타임라인을 이해하는 매우 직관적인 방법이며, 오늘날 수평적 타임라인과 같은 표현은 하나의 큰 주제가 속한 사건을 나타내고 싶을 때 가장 적절한 방법으로 보인다. 그러나 로젠버그(Rosenberg)는 “처음으로 수직으로 그려진 타임라인에 역사적 사건들을 배치하고 연대순의 관계로 사건을 표현한 것은 학자들이 처음으로 생각해 낸 것이고 이러한 표현은 얼마 되지 않았다” 48)라고 지적하고 있다.

그렇다면 타임라인에 대한 역사는 어떻게 진행되어 왔는지 알아보고자 한다. 고대 동굴 벽화를 시작으로 근대 타임라인의 탄생 시기인 1750년대를 이르는 타임라인의 역사적 배경에 대해 알아보고 어떻게 표현되고 사용되었는지 알아보고자 한다.

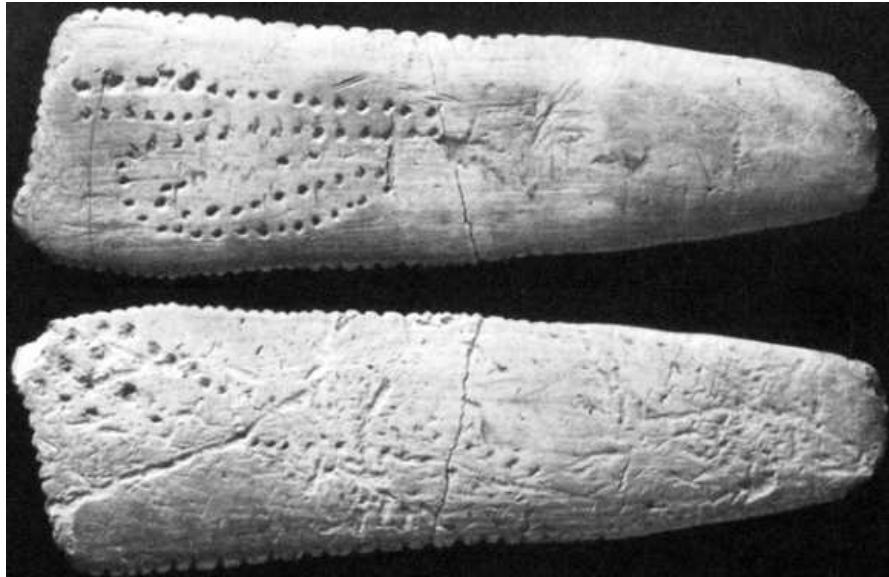
3.1 역사적 배경

3.1.1. 고대 시간정보의 시각화

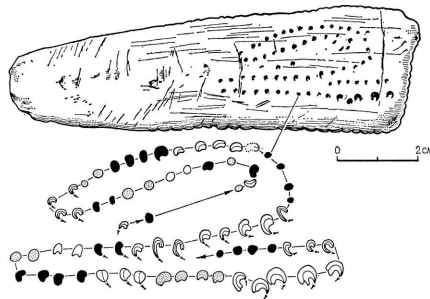
정보의 기록에 관한 역사는 인류의 문명이 발생하기 이전에 나타난 동굴 벽화나 동물 가죽 또는 뼈에 정보 전달 수단으로 시도된 것에서 시작한다. 지금까지 발견된 가장 오래된 시간 관련 기록은 프랑스 도르도뉴 지방의 아브리 블랑샤르(Abri Blanchard)에서 발견된 동물의 뼈에는 구부러진 선

48) D. Rosenberg. Joseph Priestley and the Graphic Invention of Modern Time. *Studies in Eighteenth Century Culture*, 36:55 - 103, 2007.

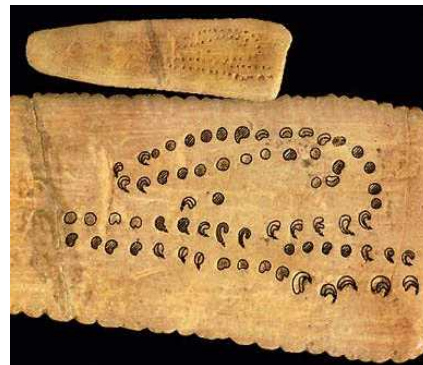
모양을 따라 점들이 표시한 것으로 달이 변하는 모양을 새겨 넣은 것이다 [그림 20]. 달의 움직임을 통해 씨를 뿌리고 수확하는 시기를 예측하거나 예고치 않은 자연현상을 짐작하기 위한 것으로 추정된다.



(a)



(b)



(c)

[그림 20] (a),(b),(c) 프랑스 도르도뉴 지방의 아브리 블랑샤르(Abri Blanchard), 달력⁴⁹⁾

또한 기원전 22,000년경에는 선사시대로 추정되는 프랑스 라스코 동굴의

49) <http://www.donsmaps.com/cavepaintings.html>

벽화에서 인류가 생존하기 위해 필요한 정보를 기록으로 남기려는 흔적을 찾아 볼 수 있는데, [그림 21]은 여러 마리의 사슴이 아닌, 한 마리의 사슴이 시간의 흐름에 따른 움직임을 표현한 정보처럼 보인다.

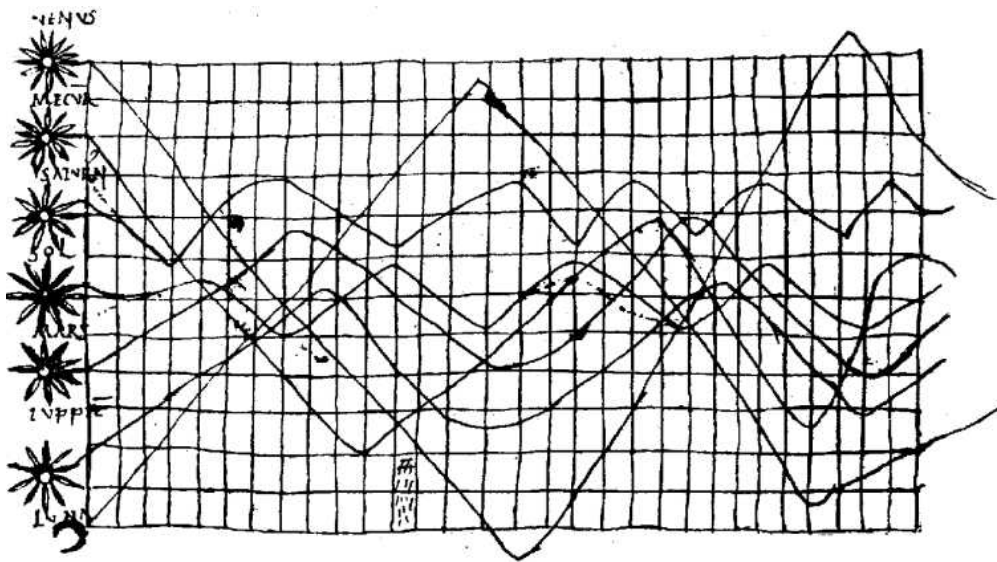


[그림 21] 프랑스 도르도뉴 지방의 라스코(Lascaux) 동굴벽화⁵⁰⁾

50) <http://nautil.us/issue/11/light/early-humans-made-animated-art>

3.1.2. 근대 시간정보의 시각화

17세기에 이르러서야 근대 시간관련 정보의 시작이라고 말 할 수 있다. 컴퓨터가 출현하기 오래전부터 시간과 관련된 데이터를 시각화하기 위한 노력은 끊임없이 이어져 왔다. 문헌에서 발견된 가장 오래된 시간과 관련된 데이터 시각화는 10세기와 11세기 사이에 만들어진 행성 궤도의 그림[그림 22]이다.⁵¹⁾ 이 그림은 중세 유럽의 6-11세기에 이르기까지 유일한 교육 기관이었던 승원 학교 교과서의 일부로 시간의 기능과 같이 행성 궤도의 기울기를 보여주고 있다.



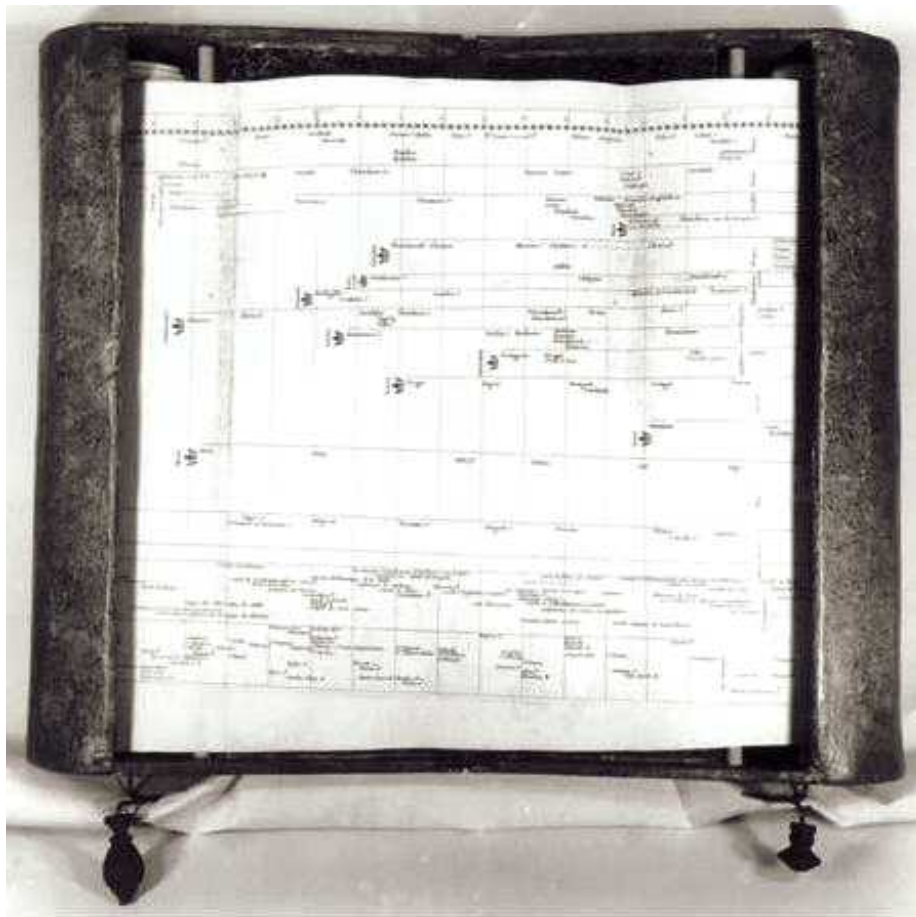
[그림 22] 시간 함수와 행성 궤도. (10세기 또는 11세기 제작) ⁵²⁾

근대 시간관련 정보를 그래프로 고안해 낸 사람으로 알려진 인물은 자크

51) 시간 함수로서의 행성 궤도. 이 그래프는 10세기 또는 11세기에 만들어 짐. (예시, Beniger & Robyn로빈, 1978; 1983 Tufte터프)

52) 에드워드 터프티. Beniger & Robyn로빈, 1978; 1983

바뷰-뒤부르그(Jacques Barbeu-Dubourg, 1709-1779)이다. 그의 Carte Chronographique는[그림 23] 총 16.5 미터의 넓이로 앞뒤가 붙여진 여러 장의 종이로 구성되어 있다. 이 그래프는 접히는 상자 안에 두개의 롤러가 끼워진 형태를 취하고 있고, 두 개의 손으로 손잡이를 돌려 정보를 볼 수 있도록 제작되었다.



[그림 23] Carte chronologique by Jacques Barbeu-Dubourg 1753⁵³⁾

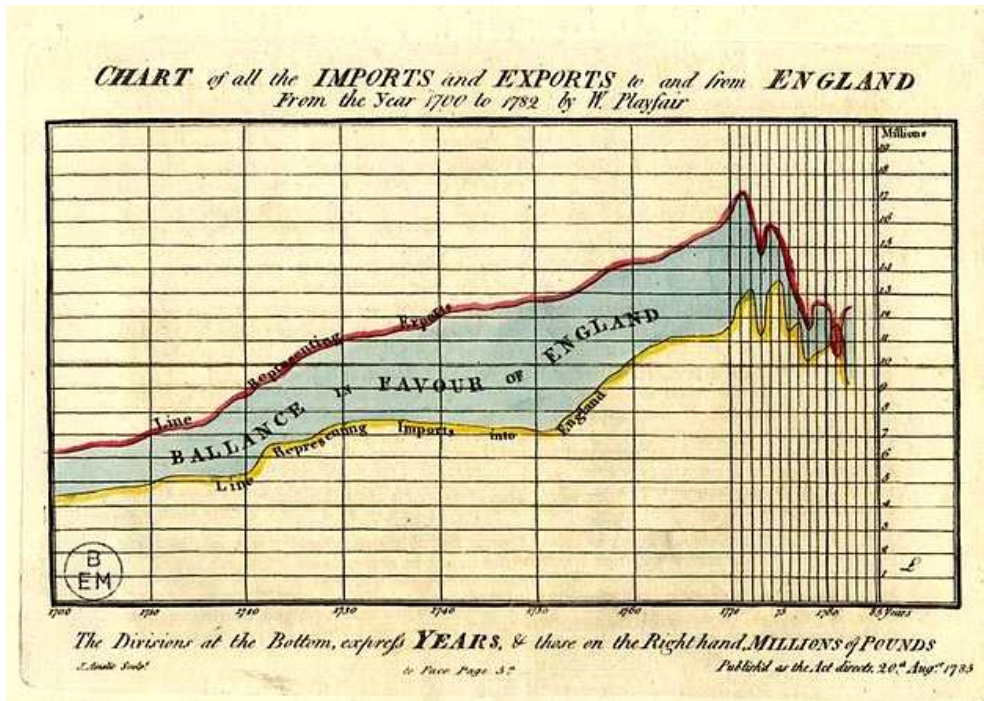
데이터를 그래픽으로 표현하는 것은 오랜 전통으로부터 이어져 오고 있다.

53) Carte chronologique by Jacques Barbeu-Dubourg 1753
<http://www.mediamatic.net>

Exports and Imports of SCOTLAND to and from different parts for one Year from Christmas 1780 to Christmas 1781.

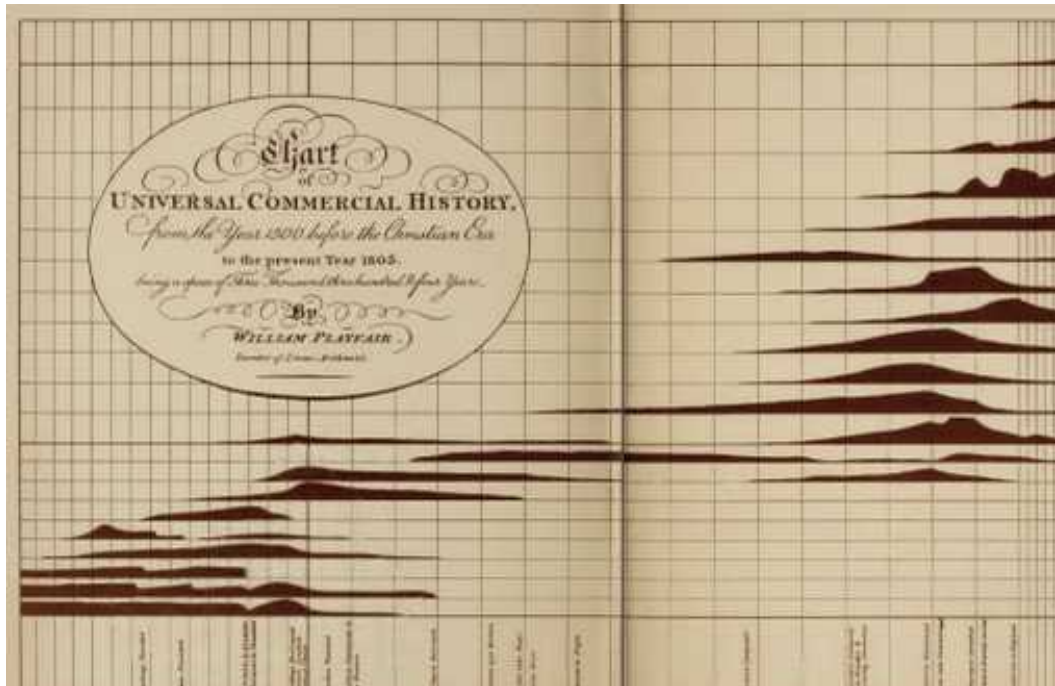
Place	Exports (Black)	Imports (Red)	Total
Ireland	1550	100	1650
Spain	1450	100	1550
France	1350	100	1450
Italy	1250	100	1350
Germany	1150	100	1250
Sweden	1050	100	1150
Denmark	950	100	1050
Netherlands	850	100	950
Prussia	750	100	850
Poland	650	100	750
Portugal	550	100	650
Spain	450	100	550
Italy	350	100	450
Germany	250	100	350
Sweden	150	100	250
Denmark	100	100	200
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	50	100	150
Netherlands	50	100	150
Prussia	50	100	150
Poland	50	100	150
Portugal	50	100	150
Spain	50	100	150
Italy	50	100	150
Germany	50	100	150
Sweden	50	100	150
Denmark	5		

그의 작업은 일반적으로 널리 알려진 기본적인 데이터 시각화 표현 기술을 포함하고 있다. 그 예로, 파이 차트(Pie chart), 실루엣 그래프(silhouette graph), 바 그래프(bar graph), 그리고, 라인 플롯(line plot) 등이 있다.



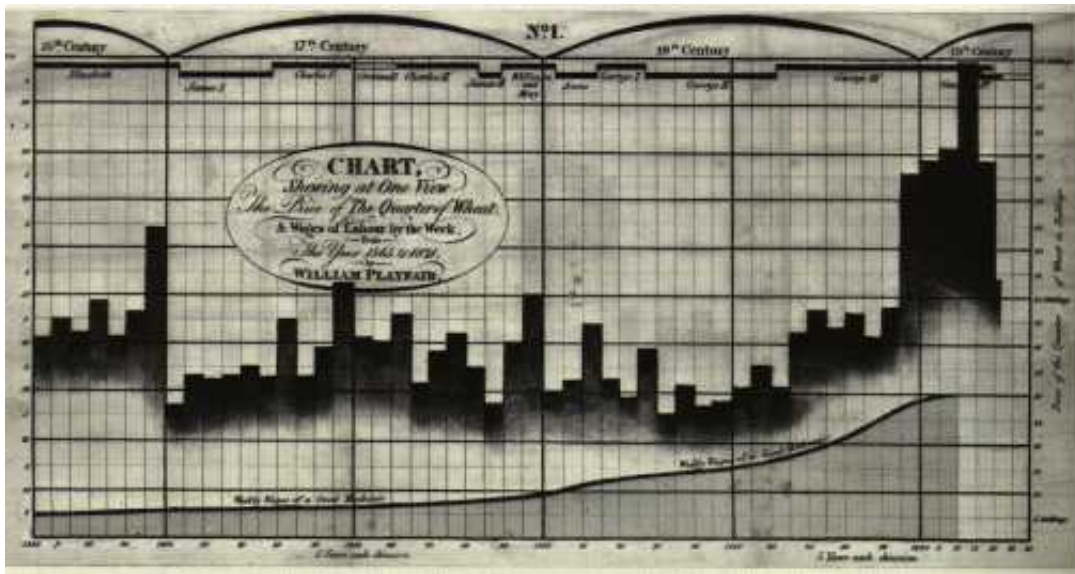
[그림 25] Playfair chart of all the imports and exports england

[그림 25]은 플레이페어의 또 다른 그래프를 보여준다. 그는 이 그래프에서 여러 종류로 이뤄진 시간과 관련된 변수를 선 그래프를 이용해 매주간의 임금을 표현하였고, 바 그래프를 이용한 밀의 가격표현, 그리고 타임라인을 활용한 시간적 맥락의 표현 등을 한 번에 볼 수 있는 단일 시점으로 통합하여 나타내었다.



[그림 26] Playfair william universal commercial history

[그림 26]은 윌리엄 플레이페어(William Playfair)에 의해 만들어진 실루엣 그래프로, 3000년이 넘는 오랜 기간 동안에 일어난 국가의 쇠퇴와 타락의 원인을 나타내고 있다. 수평으로 나열된 시간은 왼쪽으로 부터 그리스도 탄생 이전의 년도를 압축한 형식을 사용하여 하단에 표시하였고, 중요한 사건들은 시간의 위쪽에 글자로 표시하였다. 각 국가들은 수직 방향으로 그룹화 되어 있고, 그 옆으로, 아래쪽을 기준으로 '고대 자산과 상업 /Ancient Seats of Wealth & Commerce'이 위치하고 중앙에는 '현재 번성한 나라/Flourished in Modern Times'가, 그리고 위쪽에는 '미국/America' 이라는 카테고리로 나뉘어 표현하였다.

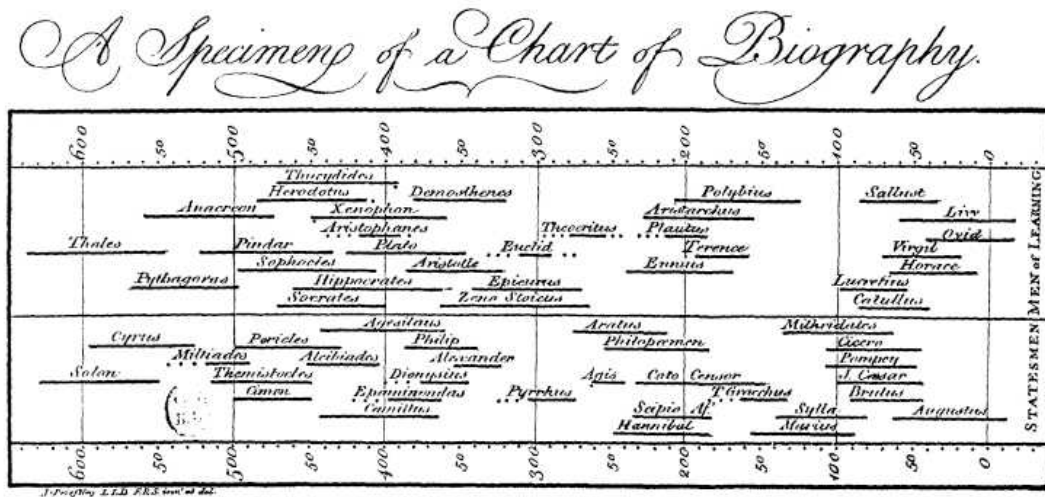


[그림 27] 플레이페어(Playfair)의 바(Bar) 그래프
농업의 고난과 그에 따른 원인과 대책에 대한 그래프

위의 그래프[그림 27]는 플레이페어(Playfair)가 만든 바(bar) 형식의 그래프로 농업의 고난과 그에 따른 원인과 대책에 대한 데이터를 그래프로 표현한 것이다. 1565년에서 1820년까지의 약 250년 동안 군주가 군림한 기간을 나타내기 위해 3개의 병렬구조의 시간 배열로 표현하였다. 또한 밀과 빵 그리고 노동력의 임금을 비교할 수 있도록 나타내었고, 연도 별로 노동자가 생활의 형편이 나아졌는지를 알 수 있도록 바(bar) 형식을 취하고 있다.

[그림 28]는 조셉 프리스틀리(Jeseph Priestley)의 그래프로 타임 라인을 사용하여 유명한 역사적 인물의 수명을 그래프로 표현한 것이다. 일반적으로 특성에 따른 역사적 사건은 개별적으로 따로 나뉜다. 하지만 날짜 또는 날짜 범위와 숫자, 그리고 문장과 같은 설명들이 표시되거나, 누구(who), 무엇(what), 어디(where), 양(amount) 등으로 분류된다. 역사가 데이터로 처리될 수 있다는 것을 인식하는 가운데, 조셉 프리스틀리(Jeseph Priestley)는 시간의 흐름을 따라 수평선 위에 유명한 인물들의 수명을 묘

사하는 그래프를 개발했다. 프레스틀리가 만든 2 × 3인치 크기의 상세하게 묘사된 차트는 불명확한 범위를 암시 할 수 있도록 양쪽 끝에 점을 사용하였고, 출생에서 사망을 나타내는 수평선상에 BC 1200년에서 AD 1750년까지의 기간에 이르는 2천여 명의 이름을 나타낸다. 그리고 수직선의 공간을 따라 성직자 또는 학문을 탐구한 사람을 개별적으로 분류해 표현했다.



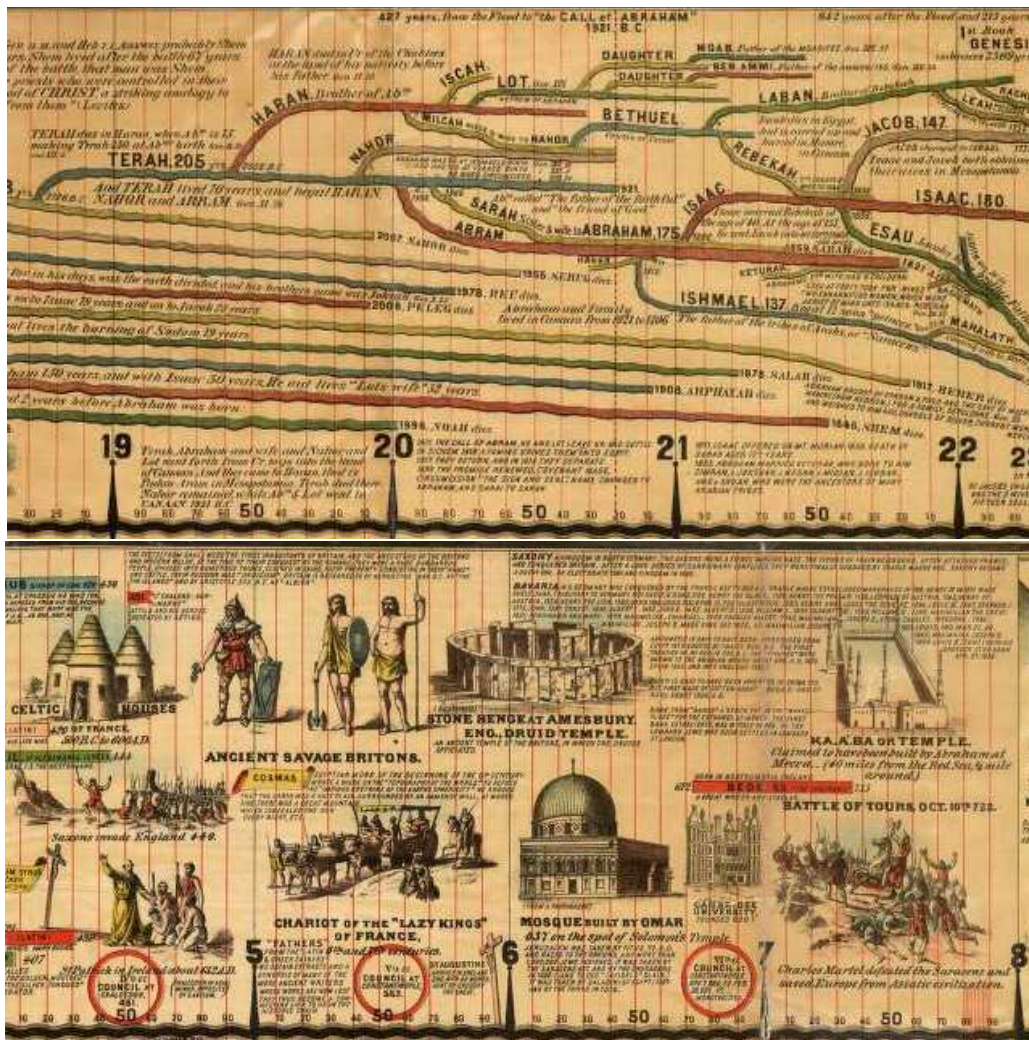
[그림 28] 시간의 흐름을 따라 수평선 위에 인물들의 수명을 표현한 그래프,
조셉 프리스틀리(Joseph Priestley)

오늘날 우리에게 시간 간격을 표현하기 위한 수평선의 사용은 당연해 보이는 표현이지만, 그 당시 프리스틀리는 그의 독자들에게 자신의 표현 기술을 설명하기 위해 4페이지에 달하는 텍스트 분량을 지면에 할애 했다.

프리스틀리(Priestly)의 그래픽 표현 기술의 주목할 만한 사항은 그가 시간적 불확실성을 나타내는 것에 대한 중요성을 인식했다는 것이고, 점(dot)을 이용해 시간을 시각적으로 도출해 내기 위한 해결책을 제공했다는 것이다. 또한 라인 아래에 위치한 점부터 선에 이르기까지 불확실한 내용을 시각화하기 위한 노력을 했다는 것이다. 프리스틀리의 이러한 시간과 기간의 데이터 시각화는 플레이페어의 시간 배열 차트와 바 차트의 발명에 영향을 준다.

또 다른 추가 설명적 요소가 달린 타임라인을 통한 시각적 표현의 예로는

Adams' synchronological chart of universal history가 있다. 이것은 1890년에 발표되었고, 에드먼드 홀(Edmund Hull)이 그래프화 하였다. 이 차트 [그림 29]는 타임 라인 형식으로 기원전 4004년의 아담과 이브를 시작으로 1871년 근대에 이르는 인류의 역사를 그래픽으로 표현하고 있다. 이 차트는 성경을 기초로, 성경의 연대기적 역사가 첫 페이지를 시작으로 묘사되어 있다. 1871년에 출판을 시작으로 19세기를 거쳐 이후 21세기까지 지속적으로 업데이트되고 있다.⁵⁴⁾



[그림 29] Adams' synchronological chart of universal history⁵⁵⁾

54) Adams' Synchronological Chart or Map of History

<http://www.davidrumsey.com>

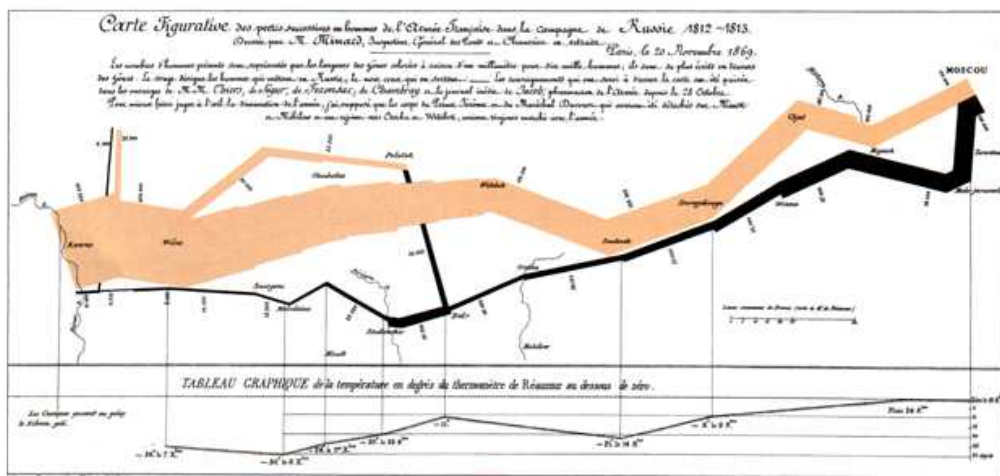
55) Adams' Synchronological Chart. 이미지

찰스 요셉 미나르(Charles Joseph Minard)는 1861년에 정보 시각화의 역사에 남을 걸작을 만들어냈다. 미나르의 작업인 나폴레옹의 러시아 원정(Napoleon's Russian campaign, 1812)의 그래픽적 표현은 풍부한 정보를 가지고 있다. 2차원의 공간에 여섯 개에 달하는 다양한 변수 정보를 전달하고 있다.[그림 30] 에드워드 터프트 (Edward Tufte, 1983~)는 이 그래프의 표현에 대해 아래와 같이 언급하며 찬사를 보냈다.

It may well be the best statistical graphic ever drawn.

이것은 지금까지 그려진 것 가운데 최고의 통계 그래프일 것이다.

-에드워드 터프트(Edward Tufte)⁵⁶⁾



This map drawn by Charles Joseph Minard portrays the losses suffered by Napoleon's army in the Russian campaign of 1812. Beginning at the left on the Polish-Russian border near the Niemen, the thick band shows the size of the army (422,000 men) as it invaded Russia. The width of the band indicates the size of the army at each position. In September, the army reached Moscow with 100,000 men. The path of Napoleon's retreat from Moscow in the bitterly cold winter is depicted by the dark lower band, which is tied to temperature and time scales. The remains of the Grande Armée struggled out of Russia with 10,000 men. Minard's graphic tells a rich, coherent story with its multivariate data, far more enlightening than just a single number bouncing along over time. Six variables are plotted: the size of the army, its location on a two-dimensional surface, direction of the army's movement, and temperature on various dates during the retreat from Moscow. It may well be the best statistical graphic ever drawn. Napoleon's March poster \$14 postpaid; English/French version \$18 postpaid.

[그림 30] 나폴레옹의 러시아 원정
Napoleon의 Russian campaign, 1812

<http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~226099~5505934:Composite--Adams--Synchronological->

56) Edward R. Tufte, The Visual Display of Quantitative Information. 1983, p. 40

시각적 표현의 기본은 2차원적 평면 공간에 나폴레옹 군대를 특징화한 띠 형태로 그려진 지도이다. 띠의 폭은 군대의 크기에 비례하고 군대의 전진과 후퇴의 이동 방향은 다른 색으로 표현하였다. 또한 다양하고 중요한 날짜들로 구성되었고, 평행한 라인 그래프는 시간의 흐름에 따른 기온의 변화를 보여주고 있다.



[그림 31] The Genealogy of Rock & Soul Music

위의 [그림 31]은 The Genealogy of Rock & Soul Music으로 1955 년부터 1978 년까지의 기간을 나타내고 있으며, 700명 이상의 아티스트와 30종의 음악 스타일과 장르가 왼쪽에서 오른쪽 방향을 따라 이어지며 그래프를 보여주고 있다. 각 아티스트는 그들의 빅히트 음악이 오랜 기간에 걸쳐 지속되었던 시간 길이를 보여준다. 중복된 물결 그래프는 같은 기간 동안에 해당하는 여러 아티스트의 영향과 오래 지속된 기간을 비교 할 수 있도록 표현했다. 또한 각 장르 및 카테고리의 시작과 계보는 모든 음반 판매의 점유율을 보여주고 있다.⁵⁷⁾

57) http://www.edwardtufte.com/bboard/q-and-a-fetch-msg?msg_id=0002N4

19세기말과 20세기 초에 들어서면서, 산업화의 진보와 함께, 자원을 최적화하는 것과 시간 스케줄을 준비하는 것은 생산성을 증가시키기 위한 필수적 조건들이었다.

헨리 로렌스 간트 (Henry Laurence Gantt, 1861-1919)는 시간과 관련된 과정을 기록하고 표현할 수 있는 직관적이고 인지 가능한 시각적 표현방법으로 다양한 방식으로 타임라인 차트를 만들었다.

간트 차트(Gantt charts)로 널리 알려진 이 차트[그림 32]는, 근대 시간 관련 데이터를 기록하기 위한 방법으로 현재에도 거의 바뀌지 않은 상태로 사용되는 파워풀한 분석 도구가 되었다.

간트 차트(Gantt chart)는 프로젝트 일정관리를 위한 바(bar)형태의 도구로서, 각 업무별로 일정의 시작과 끝을 그래픽으로 표시하여 전체 일정을 한눈에 볼 수 있다. 또한 각 업무 사이의 관계를 보여준다.⁵⁸⁾

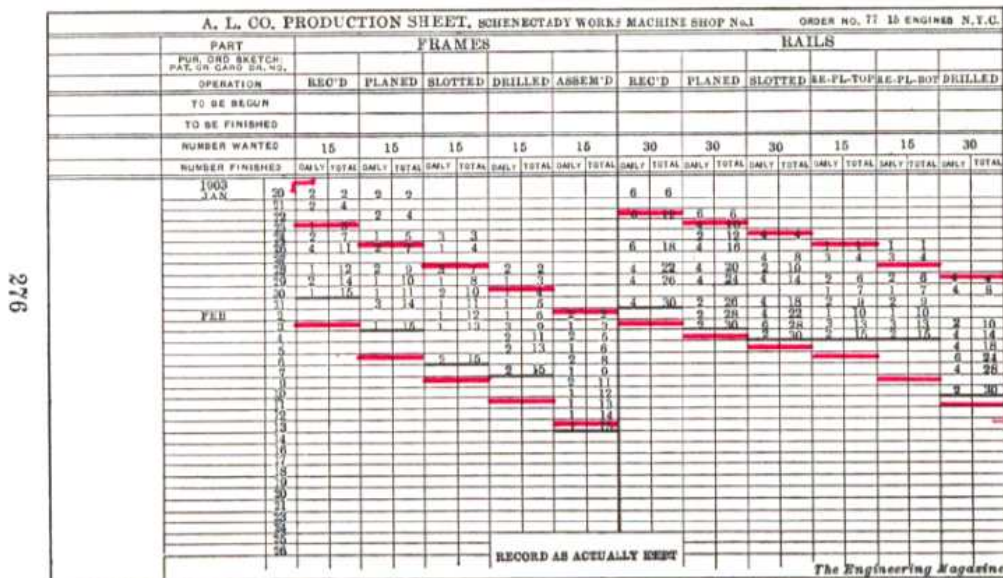


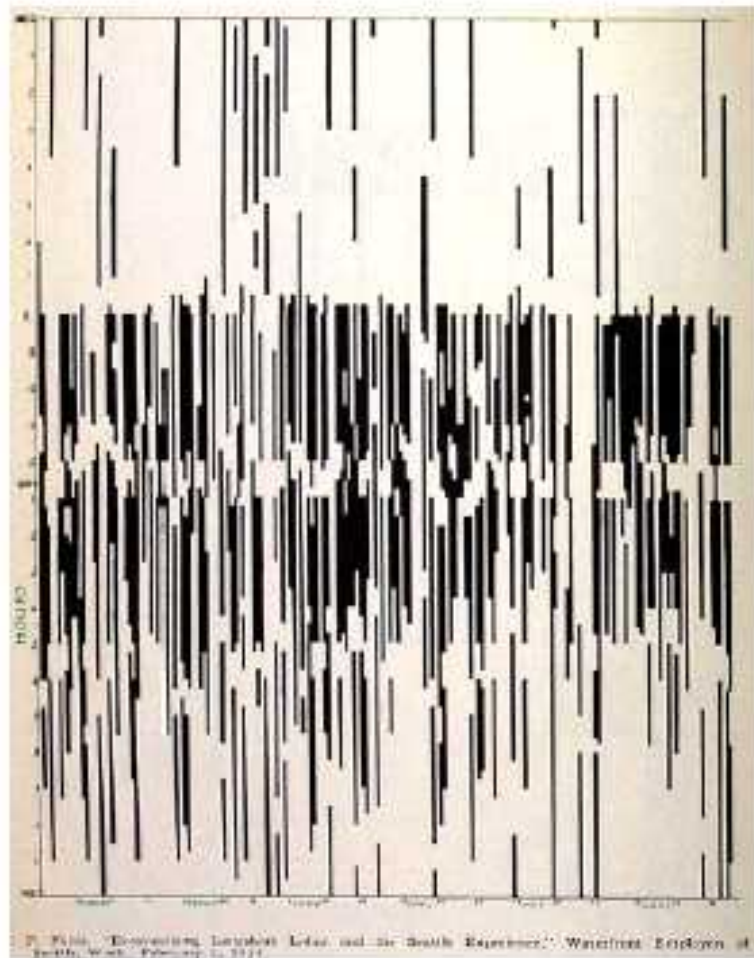
FIG. 23. GRAPHICAL RECORD OF WORK ON 15 LOCOMOTIVES AS ACTUALLY KEPT

[그림 32] 간트 차트. Gantt charts_‘Work, Wages & Profits’ 1913 ⁵⁹⁾

58) https://ko.wikipedia.org/wiki/간트_차트

59) <https://edwoodworth.wordpress.com/2010/12/>

헨리 간트는 자신이 고안한 차트를 1919년 엔지니어링 매거진(The Engineering Magazine)에 "Work, Wages and Profit"이라는 제목으로 발표하였다. 1980년대에 들어서 개인용 컴퓨터를 활용하여 간트 차트를 쉽게 만들 수 있게 되었다. 이러한 응용 프로그램은 프로젝트 일정 관리에 주로 사용되었다. 1990년대 후반에서 2000년대까지 간트 차트는 소프트웨어 등의 웹 기반에서 사용되는 가장 흔한 차트가 되었다.⁶⁰⁾



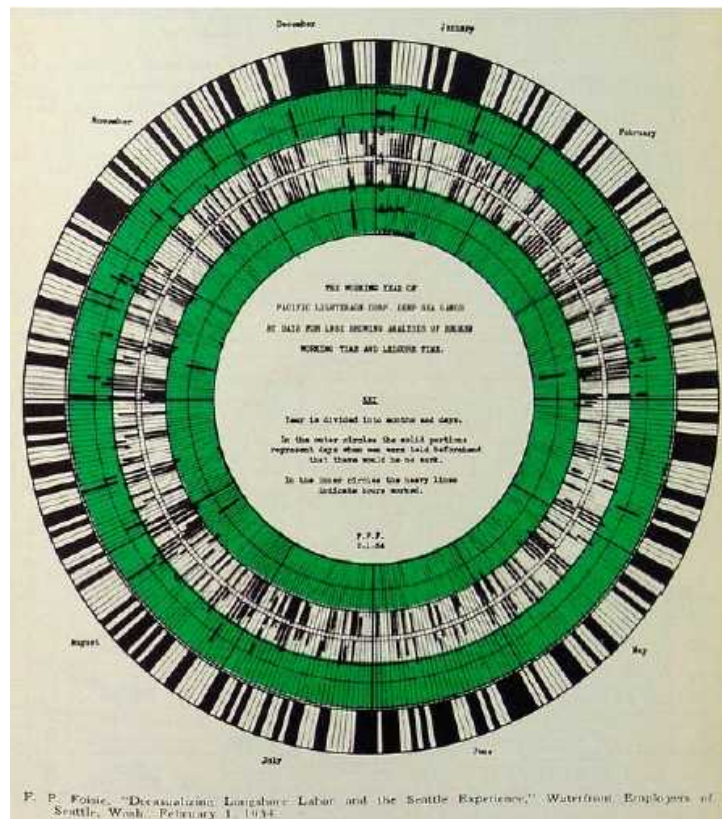
[그림 33] 노동자가 하루에 일한 시간 기록⁶¹⁾

60) 위키피디아. https://ko.wikipedia.org/wiki/간트_차트, 2016

61) Brinton, W. C. Graphic Presentation. Brinton Associates, 1939, p. 250

위의 차트[그림 33]는 노동자가 하루 일한 시간의 기록을 나나낸 그래프이다. 이 그래프에서 다양한 낱알 모양으로 시간을 표현하였고, 라인으로 된 양쪽 축이 사용되었다는 점이 특징이다. 즉, 수평축은 날짜(days)를 표시하고 수직축은 하루의 시간을 나타낸다.

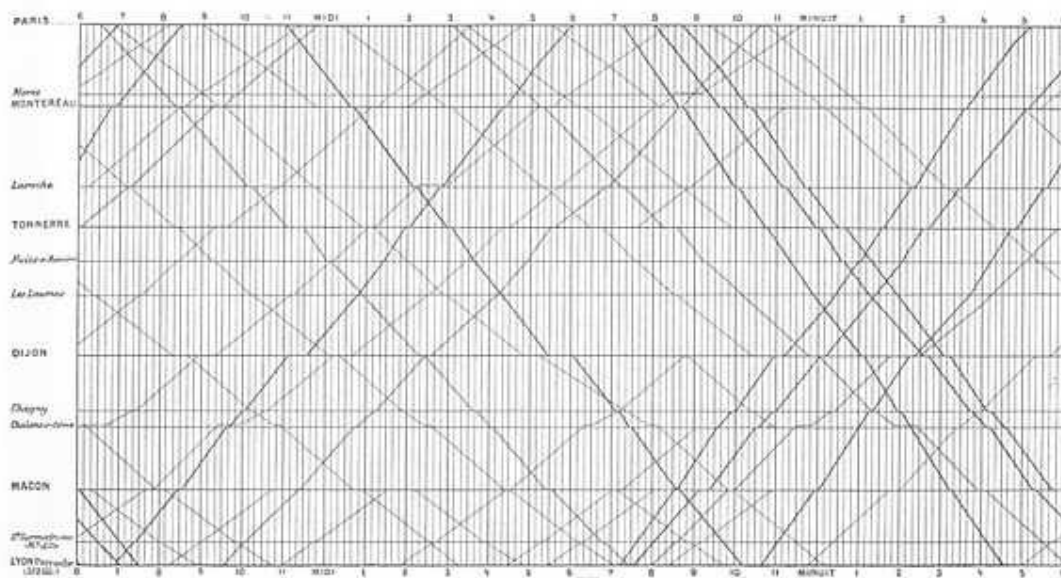
[그림 34]는 원형 시간 레이아웃을 사용하고 있고 여러 층에 나타난 데이터를 읽을 수 있다. 바깥쪽 원은 일이 없는 날을 보여주고, 안쪽 원은 하루 동안 일한 시간을 보여준다. 그에 반해, 녹색 부분은 저녁시간을 의미한다.



[그림 34] 1932년 노동시간과 여가활동시간의 분석 그래프
An analysis of working time and leisure time in 1932.⁶²⁾

62) 위의 책, p251

시간과 관련된 데이터 시각화에서 주목할 만한 것은 1880년대에 에티엔 쥘 마리 (Etienne Jules Marey, 1830-1904)에 의해 만들어진 그래프[그림 35]이다. 이것은 Paris에서 Lyon까지 이어지는 열차 스케줄을 그래픽으로 보여준다. 이 평면 다이어그램은 시간이 수평축에 나타내고, 수직축 위의 리스트에는 거리에 따른 각각의 기차 정거장이 표시된다. 개별 열차는 좌측 상단(Paris)에서 우측 하단(Lyon)으로 그리고, 좌측하단(Lyon)에서 우측상단(Paris)으로 이어지는 대각선의 라인에 의해서 표현된다. 라인의 경사는 열차의 속도에 대한 정보를 나타낸다. 더 가파른 라인은 각각의 열차가 더 빠른 속도로 여행하고 있다는 것이다. 그리고 열차 선의 수평 부분은 열차가 각각의 정거장에 정차할 것인지 얼마나 오랫동안 정차할 것인지를 암시한다. 위쪽 라인의 밀도는 빈번하게 일어나는 열차의 연착 시간 횟수에 대한 정보를 나타낸다. 이 다이어그램은 데이터의 상세한 분석을 표현함과 동시에 복잡한 정보를 명확하고 이해하기 쉽도록 표현하였다.



[그림 35] 열차 스케줄 표 (19세기)

Train schedule by Etienne-Jules Marey(19th century)

4장

주기적 시간

4.1 시간의 이해

4.2 주기적 시간과 정보시각화

4.3 주기적 시간의 시각화 사례

4. 주기적 시간

4.1 시간의 이해

4.1.1. 시간의 관점

시간에 대한 의식에는 어느 민족, 어느 문화권에서나 두 가지가 공존 한다. 사람들은 한 편으로는 시간을 원환적으로 보고 다른 한 편으로는 직선적으로 본다. 또, 우리의 삶의 방식에 따라 시간에 대한 의식은 달라진다. 주로 자연에 의존해서 사는 농경사회의 경우에 세월은 해와 달과 지구의 자전·공전과 함께 흐르는 것으로 간주되고 인간은 그에 맞추어 생활한다. 시간은 해(year) 단위, 달(month) 단위로, 다시 말해 낮과 밤의 주기로 되풀이 되고 있다. 어제는 오늘로 반복되고 작년은 금년으로 되돌아오는 것이다. 시간은 천체의 순환과 함께 원환적으로 나타난다는 것이다.⁶³⁾

시간은 늘 일출과 일몰, 달이 차고 기우는 것, 계절의 변화와 같은 순환적인 사건들을 관찰함으로써 결정되어 왔다. 인간이 별을 관측하기 시작하고 나서부터 천계에도 주기적인 운동이 있다는 것을 알게 되었다. 그리고 자연스럽게 천계의 주기적인 사건을 순환적 시간개념에 연관 시켰던 것이다.⁶⁴⁾

반면, 고대 이스라엘 사람들의 시간에 대한 이해는 시간에 처음과 끝이 있다는 전제를 바탕으로 한 종교적 믿음에서 비롯되었다. 시간은 신의 섭리에 의해 진행되며 시간과 역사가 일회적이라는 종교적 관념에 다른 것으로 시간을 직선적 표상으로 생각한다.

63) 소광희, 시간의 철학적 성찰, 문예출판사, 2001. p.37 요약인용

64) 리차드 모리슨, 정윤근, 김현근 공저, 시간의 화살, 소학사. 1990. p.26

볼트만(Rudolf Bultmann, 1884~1976)은 역사의 의미에 대한 물음이 시간을 직선적으로 받아들인다고 했다. 또한 시간의 진행을 선형적으로 표상하는 또 하나의 전형은 근대의 과학적 사고에서 발견된다. 갈릴레이(Galileo Galilei, 1564 ~ 1642). 데카르트(Rene Descartes, 1596 ~ 1650), 뉴턴(Sir Issac Newton 1642 ~ 1727) 등은 우주의 무한성과 함께 시간 진행의 전향적 방향 및 직선적 무한 진행을 믿었다. 또 19세기에 이르러 생물학적 진화론이 크게 보급되고 이와 함께 발전론적 역사관이 일반화됨에 따라 근대적 시간 표상은 대체로 선형적으로 되었다. 미래는 앞에 있고 과거는 뒤에 있으며 현재는 그 양자 사이의 한 점으로 간주되어 시간은 이 삼자를 잇는 선과 같은 것으로 인식되었다.⁶⁵⁾

4.1.2. 시간의 동기화

시간의 기본 현상은 사람들에게 항상 많은 관심을 가져왔다. 시간의 물리적 차원을 특징화하려는 다양한 이론들이 발표되었고, 철학, 수학, 물리학, 천문학, 생물학, 및 다양한 분야에서 수천 년에 걸쳐 논의되고 있다.

시간을 다루기 위한 도구로써 체계적인 사용의 첫 걸음은 달의 주기와 비슷한 달력 구조를 만든 것이다. 이러한 점으로 보아, 인간이 지각 할 수 있는 가장 기본적인 자연의 리듬은 하루(day)의 주기가 된다. 따라서 하루는 달력의 대부분에 기초가 되며 자연과 밀접하게 살던 우리 조상들의 단순한 삶을 구성하는 데 사용된다.⁶⁶⁾

더 체계적인 달력은 인간이 사냥과 채집 생활로 부터 벗어나, 농경문화에

65) 소광희, 시간의 철학적 성찰, 문예출판사. 2001, p.69

66) Lenz, H. Universalgeschichte der Zeit. Marixverlag, Wiesbaden, Germany. 2005 : Wolfgang Aigner 외, Visualization of Time-Oriented Data, Springer. 2011 p. 46 에서 재인용

정착하면서 부터 달력의 진화가 이루어진다. 우리는 역사에서 최근까지 시간에 대해 그리 중요하게 생각하지 않았다. 산업화와 도시의 문명화는 보다 정확하고 일정한 시간 기록의 필요성을 요구해 왔고, 디지털 시대의 도래로 좀 더 정확하게 시간과 동기화 될 수 있는 방법을 찾고 있다.

4.2. 주기적 시간과 정보시각화

정보 시각화에서 물리적 차원의 시간과 시간 관련 데이터 표현 사이를 명확하게 구별 짓는 것은 중요한 부분이다. 정보 시스템에서 시간을 묘사할 때, 완전히 물리적인 차원의 시간을 따라가는 것이 아니라, 표현하고자 하는 형태에 맞게 반영하는 것이 필요하다.

시간은 정확한 표현이나 분류 방법을 찾기 힘들다. 정보 시각화에서 시간을 표현하기 위한 많은 접근 방법이 있고, 시간의 특징에 따른 다양한 시도로 적합한 시각표현으로 표현하는 것이다.

디지털 매체를 통한 데이터 마이닝, 시뮬레이션, 모델링 등 많은 산업 분야에서 시간의 개념을 정의하기 위해 지속적인 연구가 이루어지고 있다. 하지만 시간과 관련된 전문적 접근이 일관적으로 이루어지지 않아, 시간과 관련된 데이터 시각화에 대한 공유가 미흡한 것이 현실이다.

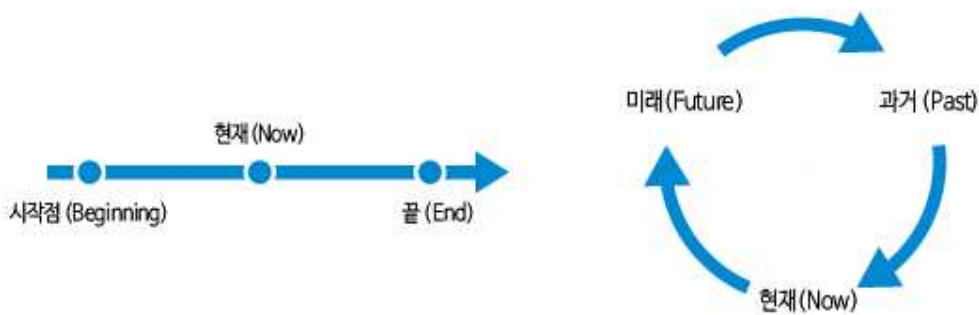
이러한 문제 해결을 위해 시간과 관련된 데이터, 특히 주기적 시간 관련 데이터를 표현하기 위한 시각적 접근을 살펴보고, 데이터를 시각화할 때 중요시 되는 디자인 적용의 특징들을 정리하였다. 아래의 내용은 Wolfgang Aigner의 연구 내용을 바탕으로 진행되었다.

4.2.1 시각적 접근의 시간구조

시간은 뚜렷한 특성과 함께 중요한 데이터 영역을 가지고 있다. 예를 들어, 의학, 사업, 과학, 생체학, 역사, 기획, 또는 프로젝트 매니지먼트와 같은 많은 응용 영역이 시간과 연관되어 있다. 일반적으로 평평한 양적 데이터 범위와는 다르게, 시간은 고유한 형태의 구조를 가지고 있다. 시간 안에는 분(minutes), 시(hours), 일(days), 주(weeks) 그리고, 월(months)과 같은 세분화된 모양의 계층적 구조로 되어있다.

특히, 시간은 다른 형태 분할로 구성된다. 예를 들어, 60분은 1시간과 같고, 24시간은 하루를 만들고, 하루가 모여 한 달을 형성한다. 또한, 시간은 계절과 같은 자연적인 주기와 우리 주변에서 볼 수 있는 공휴일이나 휴가, 또는 방학과 같은 사회적 주기와 순환적 구조를 포함하고 있다.

[그림 36]은 주기적(순환적) 시간의 이해를 돕기 위해 선형적 시간(Linear time)과 순환적 시간(Cyclic time)의 차이를 비교해 보여주고 있다.



[그림 36] 선형적 시간(좌측)과 순환적 시간(우측)

선형적 시간은 시작점(Beginning)을 가정 했을 때, 과거로 부터 미래로 이어지는 데이터 요소를 나타내는 직선적 형태의 시간 영역을 말한다. 반면에, 많은 자연적인 과정은 주기적이며 순환적 시간 형태를 띤다. 이를테면, 계절의 순환인데, 이러한 현상을 표현하기 위해 순환적 시간 영역을 적용 할 수 있다.

순환적인 관점에서 본다면, 하루 24시간은 연속적인 사이클 운동을 하고 있다. 그리고 하루는 언제든지 종료되지 않는다. 좀 더 구체적인 설명을 하자면, 하루는 보통 오후 11시 59분에 끝나지만, 이것은 단지 상상의 선이다. 우리가 일반적으로 24시를 이야기할 때, 오후 11시 59 분은 앞을 향해 일직선상으로 오전 1시로 이어지는 자정을 향해 달려간다.⁶⁷⁾

24시간 주기를 나타내는 다양한 선(line) 또는 바(bar)와 같은 그래픽 요소들은 단순히 차트(chart)의 시작과 끝 지점을 마지막으로 표현하게 된다. 차트에서 때로는 오전 12시 부터 오전 12 시까지, 때로는 오전 4시 부터 그 다음날 오전 4시와 같이 대부분의 사람들이 잠들어 있을 때를 기준으로 시간을 분할하여 사용 범위를 정한다. 특정 데이터의 경우에는 이러한 범위의 사용이 허용 될 수 있을지 모르겠지만 일반적으로 이러한 시각적 표현은 큰 제한을 불러온다. 왜냐하면 때로는 처음과 끝을 이어주는 기간에 걸쳐 가장 흥미로운 사건들이 발생할지도 모르기 때문이다.

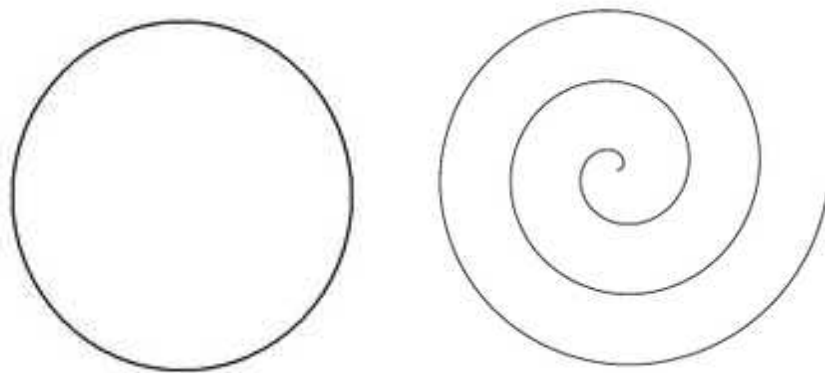
67) 한석원, 시간 관련된 데이터 시각화의 정보디자인에 관한 연구. 한국일러스트아트학회. Vol.18/1. 2015

4.2.2. 주기적 특성의 시간 표현

주기적 데이터는 연속적이고 주기적인 특성을 보인다. 예를 들어, 시간은 연속적으로 앞을 향해 진행한다. 하지만 주(weeks), 월(months), 그리고 년(years)은 되돌아오는 주기적인 형태를 취한다.

직선적 구조로 시간 관련 데이터를 표현하는 방법이 있는 반면 연속적이고 주기적 특성의 데이터를 보여주기 위한 표현방법은 서로 차이를 보인다.

시간의 주기적 특성을 나타내기 위해 일반적으로 크게 두 가지의 형태를 활용한 데이터 시각화로 접근하는데, 그것은 원형과 나선형의 두 형태를 활용한 시각화이다.



[그림 37] 원형(좌측)과 나선형(우측)

원형은[그림 37](좌) 평면상의 어떤 점에서 거리가 일정한 점들의 집합으로 정의되는 평면도형이다.⁶⁸⁾

지난 500년 동안 시계의 원형 형태는 시간 데이터를 위한 주요한 표현이

68) <http://en.wikipedia.org/wiki/Circle>, Wikipedia, 2010

되어왔다. 이것은 하루의 12시 또는 24시간의 주기를 강조하지만, 일부 시계에서는 일(week-day), 월(month), 또는 연도(year) 표시가 포함되기도 한다.

나선형은[그림 37](우측) 한 점을 중심으로 감기는 듯한 부드러운 곡선으로 원점과 멀어지면서 회전하는 곡선을 말한다. 예를 들어, 레코드 음반의 한쪽에 있는 홈은 거의 나선에 가까운데 직경이 다른 연속적인 고리로 되어있다.⁶⁹⁾ 나선형 시각화는 나선형 축을 따르는 연속적 특성을 강조하기 위해 나선에 따르는 데이터를 보여주는 것으로 원형과 함께 주기적 또는 순환적 특성의 시간을 시각화 할 때 효과적으로 사용된다.

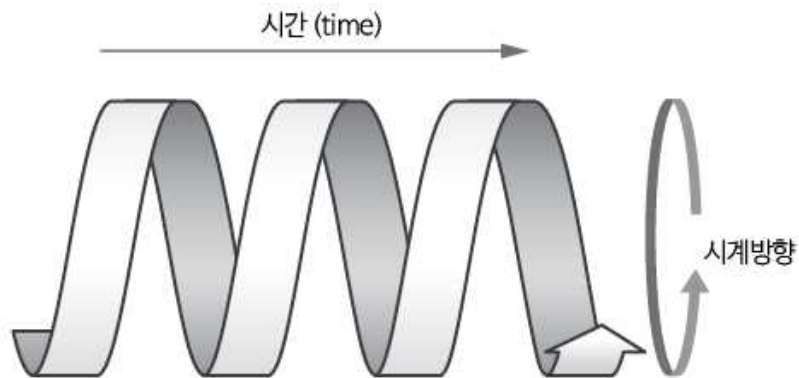
이렇듯 시간의 주기적 특성을 나타내는 방법은 원형과 나선형의 두 형태로 시각화 된다. 그렇다면 주기적 순환 구조의 또 다른 특징과 시각화 접근에 대한 형태는 어떻게 접근 할 수 있는지 알아보하고자 한다.

4.2.3. 주기적 시간의 3차원 구조

주기적 시간은 평면적으로는 원점을 중심으로 감겨나가는 형태를 볼 수 있다. 또한 이를 입체적 구조로 표현한다면 또 다른 구조의 주기적 시간 구조로 시각화 할 수 있다.

시간은 매순간 연속해서 이동하기 때문에 3차원이 된다. 아래의 [그림 38]을 보면, 시간은 정적인 느낌의 원통이 아님을 알 수 있다. 시간은 반복되는 주기로 앞을 향해 이동하며 나선형을 이루는 것을 알 수 있다.

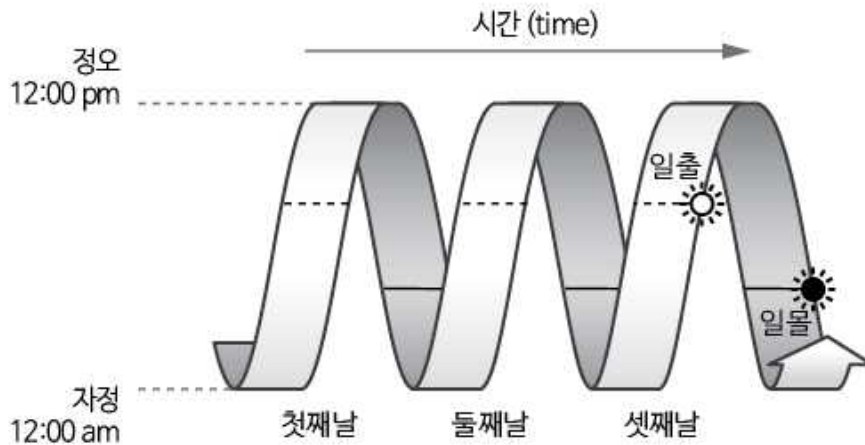
69) <http://en.wikipedia.org/wiki/Spiral>, Wikipedia, 2007



[그림 38] 수평의 가로 원통형 나선

나선 위의 모든 점들이 사건 발생에 의해 생성된 점이라 가정한다면, 연속적으로 앞을 향해 전진하는 시간의 힘과 수평으로 나아가려는 힘이 생성된다. 시공간의 순환적인 운동과 인간의 문화적 관습에서 얻어진 시간의 방향성 때문에 앞으로 나아가려는 힘은 항상 존재하기 마련이다. 그렇기 때문에 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하는 시간에 대한 인식은 중요한 부분이다.

24시간의 관점에서 시간을 분석해 보면 아래의 [그림 39]과 같다. 하루의 연속은 끝과 끝을 갈고리 모양으로 연결하고 있는 듯한 형태로 시간을 연속적인 나선 형태로 나타낼 수 있다. 첫날 자정은 둘째 날 자정과 연결되어 있고 둘째 날 자정은 다시 셋째 날 자정 점과 연결되어 연속적으로 이어진다. 하루 24시간을 나누고 있는 각 점은 시간과 관련되어 앞으로 나아가려는 힘을 가지고 있고, 앞으로 항상 나아가려는 선형 시간의 움직임에 의해 연결된다.



[그림 39] 24시간을 기준으로 자정은 각각의 날(day)을 연결한 그림

시간의 흐름과 구조적 측면에서 본다면, 시간은 연속적으로 다음에 발생하는 사건에 연결됨으로써 앞으로 이어져 나가는 사건과 연결된다. 뿐만 아니라, 시간의 구조는 우리가 습득한 관습에 영향을 받아 수평적으로 나아가는 성질을 취하고 있다는 것이다.

4.2.4. 주기적 시간 연결

시간은 단순히 2차원적 구조를 가지고 있지만, 위에서 언급한 시간의 연속적 연결고리는 시간을 3차원의 나선형 형태를 만든다. 그렇다면 이러한 시간의 수평적 구성과 3차원적 형태를 제공하고 이어주는 역할을 하는 것은 무엇인지에 대해 알아보려고 한다.

수평적 시간 방향은 주로 문화적 관습을 통해 생성된다. 글쓰기와 같은 문화적 관습을 통해 정신적으로 시간이 수평적으로 이동하며 사건의 반복적

발생에 따른 주기적 고리가 연결되어 나선의 입체적인 형태를 갖는다고 할 수 있다.

반복되는 유사한 사건의 연속은 순환적 주기가 될 것이고, 이러한 연속적 발생은 나선의 기본적 형태를 제공한다. 즉, 주기는 수평적 시간을 이어주는 역할을 함과 동시에 나선의 구조를 갖게 한다고 할 수 있다.

4.2.5. 주기적 정보 패턴과 비교

주기적 시간의 시각화는 사건의 반복적 요소와 함께 비교 데이터 값에 따른 정보를 제공한다. 반면에, 선형 형태의 시각화는 반복적 사건에 의해 생성된 비교 데이터를 모호하게 이해시키는 경향이 있다.

나선형 구성은 오랜 기간 동안에 걸친 반복된 데이터를 패턴의 형태로 모은다. 반면에, 선형 구성에서 데이터는 단순히 앞을 향해 나아가는 형태를 보여준다. 다시 말해, 주기적(순환적) 구조는 비교 데이터를 나타내는 반면에, 선형 구조는 비교 데이터를 나타내지 못한다.

나선형 구조는 사건 발생의 데이터와 함께 수평적으로 데이터를 축적해 나간다. 그로인해, 연속적인 흐름과 수평적으로 축적된 데이터 값은 평균적 데이터와 데이터간의 편차, 그리고 어떠한 영향을 미칠 것인지에 대한 정보를 얻을 수 있게 한다. 데이터가 연속적인 시간 주기에 의해 생성되면, 데이터의 반복적 흐름과 그 흐름에 의해 나타나는 패턴은 또 다른 중요한 정보가 된다.

4.2.6. 과학적 예측

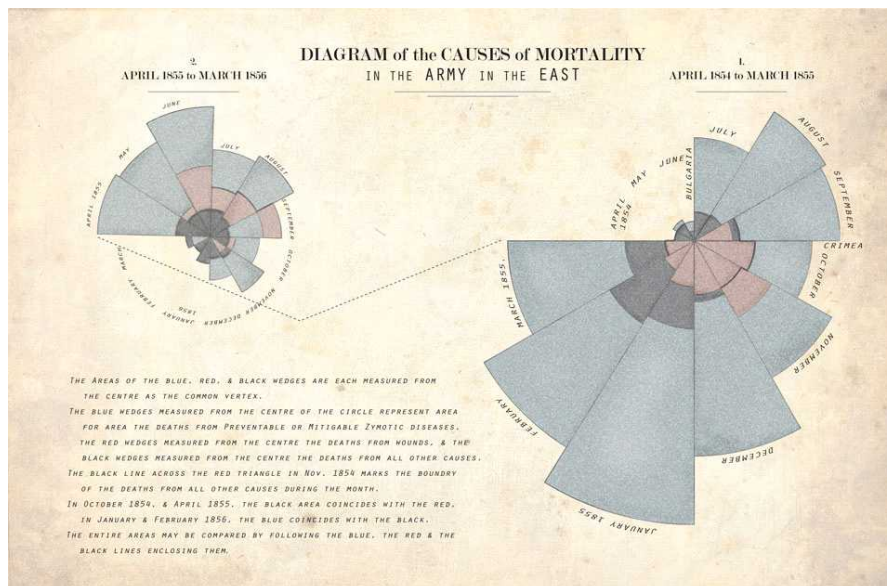
선형과 나선형의 차원을 구별 짓는 것은 시간의 주기적 특성이다. 선형은 과거의 사건을 비교하기 위해 사용되지 않는다. 선형은 앞을 바라보며 전진할 뿐 과거에 발생한 사건과 앞으로 일어날 사건에 대한 예측 정보에 입각하지 않는다. 따라서 주기적 패턴과 연관된 데이터나 사건을 나타내기 위한 시간의 형태적 접근은 미래에 대한 예측을 가늠하는 중요한 요소가 된다.

시간의 순환에 대한 개념적 필요성이 없어지고 시각화할 필요가 없다면 선형 시간에 따른 접근이 맞을 것이다. 그러나 주기적 데이터의 시각화 필요성이 있다면 나선형 시간과 데이터 패턴과 주기적 정보 시각화로 데이터를 분석하고 판단하여 미래에 영향을 미칠 요소에 대해 미리 예상 가능한 과학적 예측 정보를 얻을 수 있다.

4.3. 주기적 데이터의 시각화 사례

본문 사례조사에서는, 시간과 관련된 데이터에 대한 시각화 디자인 사례를 조사하였다. 특히, 주기적 또는 순환적 시간과 관련된 데이터 시각화의 사례를 통해 시간 정보에 대한 다양한 디자인 접근 방법을 소개하였다.

4.3.1. Nightingale-mortality



[그림 40] Nightingale-mortality

- 패턴 유형: 원형
- 주기적 시간: 1년
- 그래픽: 2D, paper
- 목적: 전쟁 중 사망자수를 보여주기 위해 원호를 이용한 데이터 시각화
- 방법: 1년을 원의 형태로 대신해 12개월로 나누어 표현

나이팅게일(Florence Nightingale, 1820 - 1910)이 정부에 사망자수를 보여주기 위해 발명한 다이어그램이다. 나이팅게일은 사망자수를 보여주기 위한 가장 효과적인 시각적 표현 방법이 필요했다. 데이터의 시각적 표현은 지역과 칼라를 사용함으로써 감염 사망자수의 순수 총계를 나타낼 수 있어 효과적이었다. 원은 사망 원인의 다양한 총계를 대신할 수 있는 각각 다른 반경으로 12개 반지름을 중심으로, 중앙으로 부터 나뉘어져 나온다. 비록 오랜 기간 동안 사용해 온 원형 형태이지만, 오늘날 디자인 영역에서 여전히 쓰이는 것을 볼 수 있다. 뿐만 아니라, 원의 형태와 함께 시간을 연관시켜 사용했다는 점은 주목할 만하다. 각각의 월(month)은 대략 30일에 가까운 비슷한 날로 되어있는 형식으로 짜여있고, 1년의 기간을 원의 형태로 대신해 12개월로 나뉘 보여주는 훌륭한 형태를 가지고 있다. 또한 분할되는 부분은 같지만 각각의 반경을 다르게 나타낼 수 있는 가변적 요소를 가지고 있다.⁷⁰⁾

70) Florence Nightingale's Rose diagram
<http://littlehelenmak.wordpress.com/2012/03/15/florence-nightingales-rose-diagram/>

4.3.2. Colors of a Year with Flickr Flow



[그림 41] Colors of a Year with Flickr Flow

- 패턴 유형: 원형
- 주기적 시간: 1년
- 그래픽: 2D, screen & paper
- 목적: 1년 동안의 색의 흐름 정보를 시각화
- 방법: 1년을 기준으로 각 달에 촬영 한 사진에서 얻은 다양한 색상의 상대적인 비율을 나타냄

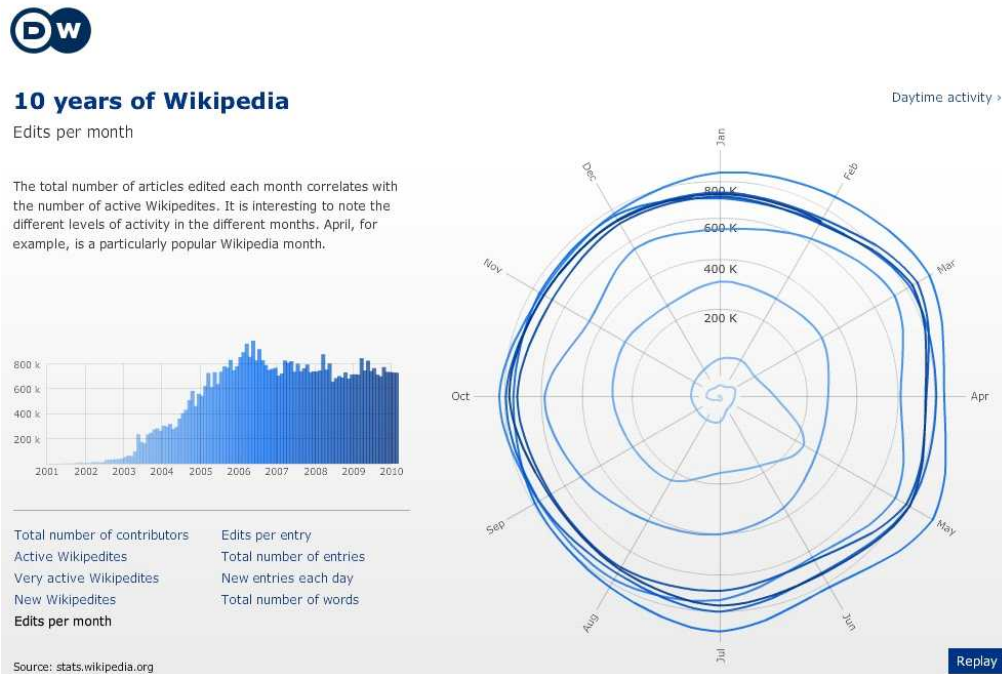
[그림 41]는 Colors of a Year with Flickr Flow라는 인포메이션 그래픽스로 1년(2009년) 동안의 데이터를 바탕으로 색의 흐름으로 정보를 시각화하였다.

Flickr로 부터 Boston Common 화보에 대해 수집된 데이터를 바탕으로 시작되었다. WIRED Anniversary visualization을 위해 개발된 알고리즘을

이용하여 1년을 기준으로 각 달에 촬영된 사진에서 얻은 다양한 색상의 상대적인 비율을 계산하여 원형 위에 구성하였다.⁷¹⁾ 여름은 시계 방향으로 맨 위에 위치하고 있고, 자연스럽게 흐르는 계절의 색상 흐름을 보여주고 있다. 우측에 보이는 네 개의 사각 박스는 봄, 여름, 가을, 겨울에 대한 디테일한 표현을 나타내고 있으며 각 계절로 구분된 칼라는 아름답게 표현되어 있다. 특히 칼라를 활용한 표현은 사용자에게 다양한 계절적 인상을 심어주고 있다.

71) Colors of a Year with Flickr Flow
<http://hint.fm/projects/flickr/>

4.3.3. 10 years of Wikipedia



[그림 42] 10 years of Wikipedia

- 패턴 유형: 나선형
- 주기적 시간: 10년
- 그래픽: 2D, Screen, Interaction
- 목적: 10년 동안의 위키피디아 등록 방문자의 활동을 시각화
- 방법: 계절별로 구분 할 수 있게 12개월로 나눠 크게 변동 하는 데이터의 변화를 비교하며 한눈에 확인

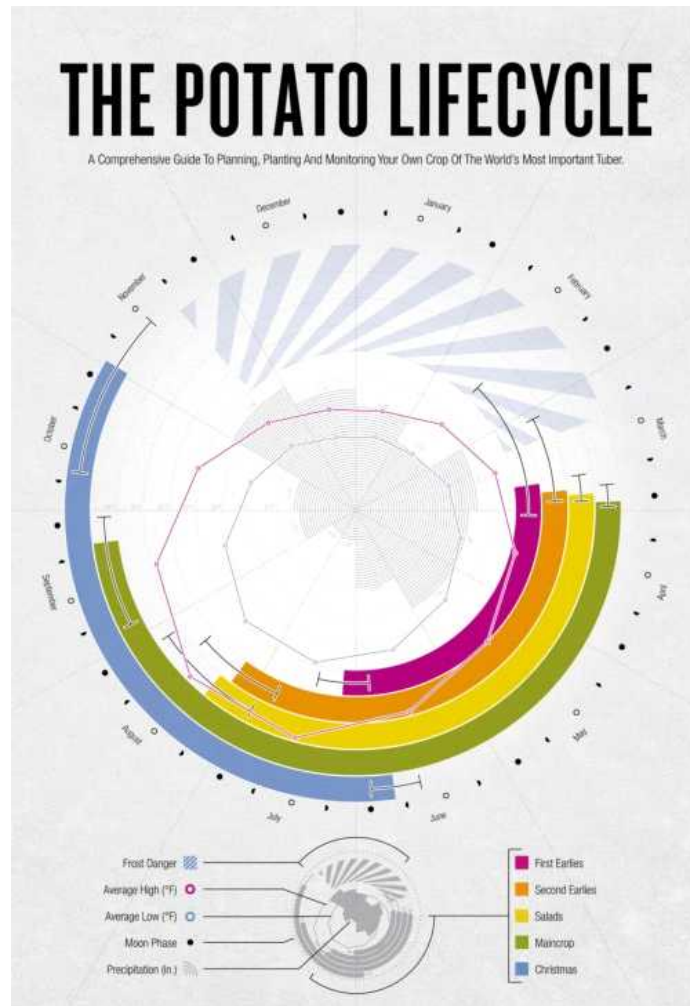
[그림42]는 독일 위키피디아(Wikipedia) 사이트의 2001부터 2011년까지 10년의 모든 데이터 파일을 기반으로 방문자의 일상적인 활동을 연속된 주기적 이미지로 시각화한 것이다.

위키피디아에서 매월 편집되는 기사의 수를 나타낸 것으로 위키피디아에 등록된 방문자의 활동수와 상관관계에 있고 각각의 달에 다른 활동 수준을 표현한 것이다. 예를 들어, 4월에는 특히 인기 있는 위키피디아의 달을 나타내고 있다.

이 정보디자인은 어느 시간에 특정 기사 내용들이 변경되었는지를 문서화하기 위해 20 기가바이트에 달하는 모든 XML 데이터 문서를 분석하여 시각화 하였다. 분석 된 데이터는 1개월씩 사용 가능하다. 하지만, 계절별로 구분 할 수 있게 12개월로 나눠 크게 변동 하는 데이터의 변화를 확인할 수 있고, 첫눈에 명확하게 결과를 설명하는 나선형 패턴 구조를 선택했다.⁷²⁾ 또한 각 카테고리별로 Total number of contributors, Active Wikipedites, Very active Wikipedites, New Wikipedites, Edits per month, Edits per entry, Total number of entries, New entries each day, Total number of words로 구분하여 주제에 따른 다양한 데이터 분석 결과를 볼 수 있고, 데이터의 순환적 분포에 따른 변화를 인터랙션을 활용한 컨트롤로 확인 할 수 있다.

72) <http://visualdata.dw-world.de/en/wikipedia/>

4.3.4. The potato life cycle



[그림 43] The potato life cycle

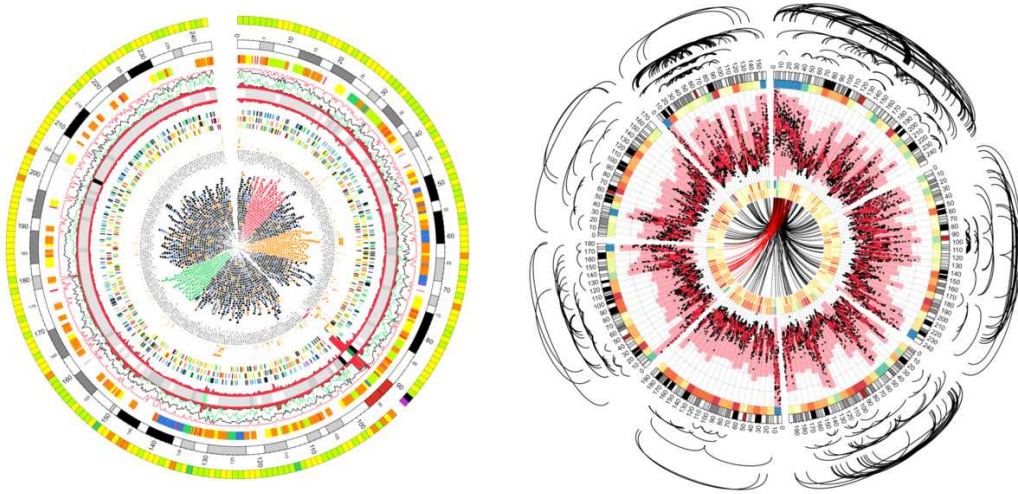
- 패턴 유형: 원형
- 주기적 시간: 1년
- 그래픽: 2D
- 목적: 감자의 life cycle 정보 제공
- 방법: 동일한 반경에 변수를 층 구조로 쌓아 주기적 형식으로 시각화

[그림 43]의 정보 시각화 주제는 Life Cycle이다. 우리가 아는 거의 모든 것들은 시작과 끝을 가지고 있다. 사물뿐만 아니라 인간도 태어나고 자라고 결국 사라지고 만다. 이러한 흥미로운 주제로 감자의 일생에 대한 정보를 표현하고 있다.

이 정보디자인은 감자를 심고, 재배하고 모니터링 하는 종합적인 시간을 그래프로 보여주고 있다. 심는 시간과 평균 날씨 조건 등, 감자를 한 번에 심는 것에서 공장으로 가는 life cycle에 대한 정보를 명시하고 있다. 그림에서 보듯이 동일한 반경 일정에 층 구조로 변수를 쌓은 주기적인 형식으로 표현하고 있다. 한 면에 다변량 데이터를 표현하는 것은 단일변량 데이터보다 훨씬 디자인을 지향한 해결책으로 보여 진다. 여러 데이터 세트 사이의 관계는 사용자들에게 쉽게 접근할 수 있고, 구체적 내용에 대한 정보를 훨씬 더 큰 밀도로 볼 수 있게 표현하고 있다.⁷³⁾

73) The potato life cycle
<http://www.gusmiller.com/work/the-potato-lifecycle>

4.3.5. Circos



[그림 44] Circos by Martin Krzywinski

- 패턴 유형: 원형
- 주기적 시간: 유동적
- 그래픽: 2D on screen
- 목적: 유전체학과 생물 정보학 데이터를 시각화
- 방법: 칼라를 통한 양적 데이터 전달과 데이터 트랙 둘레에 원형으로 시각화

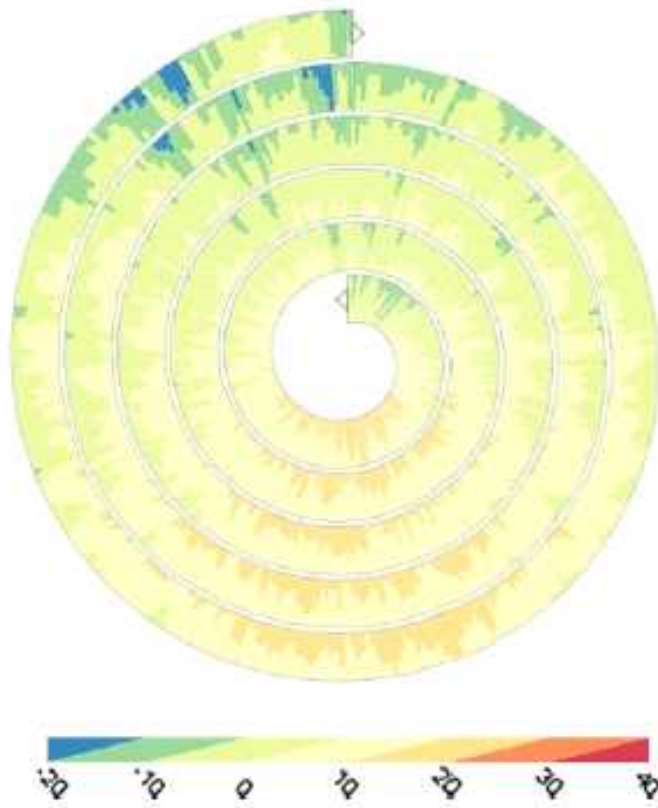
다양하게 변화하는 데이터의 디스플레이를 생성하기 위해 원형 디자인을 사용하고 있다[그림 44]. 그리고 표시 영역으로 원형 밴드처럼 보이는 데이터 트랙을 사용하여 포인트 플롯(Point plot), 라인 플롯(Line plot), 히스토그램(histogram), 히트 맵(heat map), 커넥터(connector), 텍스트(text) 등으로 데이터를 나타내고 있다. 이러한 시점에서, 시간은 데이터 트랙 둘레에 원형으로 시각화 되었다.

시각적 표현의 구성은 각각의 데이터 트랙과 데이터 포맷 요소로 정의된 규칙들이 위치와 값 또는 이전 포맷된 데이터에 따라 일반 텍스트 파일을 통해 처리된다.

칼라를 통해 양적 데이터를 전달하기 위해, 브루(Brewer) (1999)의 연구를 바탕으로 인지하기 쉬운 균일한 칼라를 사용하였다. Circos는 처음으로 정렬, 보존, 인트라와 염색체 사이의 관계를 시각화하고, 유전체학과 생물정보학 데이터를 시각화하기 위해 개발되었다. 이러한 유연한 접근 방식 때문에, Circos는 도시 계획 등의 많은 다른 응용 분야까지 적용되고 있으며, 복잡한 관계를 표시하기 위해 신문이나 광고, 정보디자인에도 사용되고 있다.⁷⁴⁾

74) Wolfgang Aigner, Visualization of Time-Oriented Data, Springer, 2011, p233
이미지: by Martin Krzywinski

4.3.6. Two-tone pseudo colored spiral display



[그림 45] Two-tone pseudo colored spiral display

- 패턴 유형: 나선형
- 주기적 시간: 5년
- 그래픽: 2D, Software, Interaction
- 목적: 시간 의존적 데이터(time-dependent data)를 시각화
- 방법: 투톤 착색(two-tone coloring) 방법으로 두 부분으로 착색 및 분할하고, 나선을 직접 조작하는 것으로 시각적 검색 가능

토민스키(Tominski)와 슈만(Schumann, 2008)은 나선을 사용하여 시간 의존적 데이터(time-dependent data)를 시각화하기 위해 투톤 컬러 코딩(two-tone color-coding by Saito 외)을 적용하였다. 각 초기의 시간은 나선의 독특한 부분으로 표현하였고, 모든 조각부분은 투톤 착색(two-tone coloring) 방법에 의해 두 부분으로 착색되어 분할되었다. 투톤 방식을 사용하는 장점은 디자인을 통해 overview+detail 컨셉, 즉, 전체적인 개요(overview)를 먼저 보고 선택된 부분의 세부사항(detail)을 볼 수 있도록 구현한 것이다. 나선형 조각부분마다 사용된 두 칼라는 사용자가 신속하게 데이터 값의 범위를 전체적 개요로 볼 수 있게 하고, 디테일한 범위에 관심이 있는 경우, 두 가지 칼라의 비율은 특정 데이터 값을 보다 더 정확하게 디테일한 부분을 보여주는 다양한 방법으로 조정된다.

각각의 시간, 주기, 및 추가적인 매개 변수는 나선형의 모양과 시간 영역의 맵핑에 따라 영향을 미친다. 데이터 표현은 주로 색상 수, 맵핑 방향 및 맵핑 함수와 같은 것에 의해 조절되고, 나선을 직접 조작하는 것으로 탐색이 가능하다. 75)

75) Wolfgang Aigner, Visualization of Time-Oriented Data, Springer, 2011, p 184
이미지: Generated with the enhanced interactive spiral display tool

5장

주기적 시간의 시각화

5.1 시간관련 데이터 시각화 분류

5.2 데이터 시각화의 방법

5.3 시간관련 시각화의 시각적 접근

5. 시간관련 데이터 시각화 방법

사례 조사에서 본 바와 같이 시간 관련 데이터의 특성을 분석한 정보디자인은 다양한 시각화로 표현되고 있다. 시간과 관련된 데이터를 훌륭하게 시각화한 디자인은 수집한 데이터 구조의 분석과 함께 시간구조의 체계적인 분류를 통해 이루어진다.

5.1 시간관련 데이터의 시각적 분류

아래의 [표 2]는 볼프강 아이그너(Wolfgang Aigner)외에 의해 작성된 시간 관련 데이터를 시각화하기 위한 시각적 분류 방법으로, 디자이너가 시간과 관련된 데이터 시각화에 쉽게 적용할 수 있도록 체계적 관점에서 분류한 접근표이다. 정보 시각화를 위한 시각적 분석의 구분을 용이하게 하기위해 제시되었으며 시간 관련 데이터를 분석하기 위한 시각적 방법의 분류에 대해 설명하고 있다.

Time	기본요소	시간의 위치 Time points		시간의 간격 Time interval
	시간구조	직선적 시간 Linear	주기적(순환적) 시간 Periodic(Cyclic)	
데이터 Data	평가기준	추상적		공간적
	변수	단일변량		다변량
	추상화 단계	데이터		데이터 추상화
표현 Representation	시간 의존성	정적		동적

[표 2] 시간 관련 데이터 유형 분류와 시각화 접근 방법 76)

76) Wolfgang Aigner, Silvia Miksch, Wolfgang Müller, Heidrun

시간적 기본 원소인 시간 위치(Time points)와 시간 간격(Time interval)은 시간과 관련된 데이터 시각화를 결정하는 요소로써 데이터를 시각화하기 위해 처음으로 분석해야 할 부분이며 그에 따라 직선적 또는 주기적(순환적) 데이터의 시각화 진행을 고려하게 된다. 또한 데이터가 추상적으로 표현되거나 3차원 공간을 활용한 공간적인 표현도 가능한지를 데이터 변수의 분석을 통해 결정할 수 있고, 데이터 시각화를 정적으로 표현할 것인지, 동적으로 다르게 표현할 것인지를 결정할 수 있다. 이러한 데이터 시각화 접근 방법은 시간의 특성에 따라 다르게 나타난다. 이러한 시간 구조 접근은 시간과 연결된 데이터 분석을 위해 시각적 방법을 발전시키거나 응용할 때 중요하게 작용한다.

5.2 시간관련 데이터 시각화의 방법

미국의 정보 디자인 전문가 에드워드 터프트(Edward R. Tufte)는 정보 시각화를 위해 거시적·미시적 표현, 분리와 레이어, 비교와 대비, 인과관계, 그리고 내러티브의 5가지 방법을 제안하였다. 이 정보 시각화를 위한 5가지 방법을 바탕으로 시간관련 데이터 시각화의 방법에 대해 알아보고자 한다.

Schumann, Christian Tominski, Visualizing Time-Oriented Data - A Systematic View, 2007, p.11

5.2.1 거시적 표현과 미시적 표현

미시적으로나 거시적으로 정보를 시각화하는 것은 다양한 데이터의 분포나 상대적인 밀도를 간결하게 표현하면서 정보의 의미를 이해하기 쉽도록 위계적으로 나타내는 것이라 할 수 있다. 시간은 앞을 향해 이동하는 연속성과 지속성을 가지고 있다. 시간과 연관된 정보의 복잡한 구조는 지속적인 시간의 흐름과 그에 따른 다양한 사건의 발생이라 할 수 있다. 이러한 복잡하고 방대한 구조의 시간 관련 데이터를 거시적이고 미시적으로 표현함으로써 사용자가 이해하기 쉽도록 정보를 제공한다.

5.2.2 분리와 레이어

정해진 공간에 많은 정보를 담기란 그리 쉬운 일이 아니다. 복잡한 구조는 정보 전달을 방해하고 사용자로 하여금 정보의 이해를 떨어뜨릴 수 있다. 특히 시간과 관련된 정보와 내용을 분석·파악하고 시간과 사건의 상호적 연관성을 적절한 시간단위와 기간을 분리·설정하여 공간 재구성을 통한 정보간의 이해도를 높인다.

5.2.3 비교와 대비

시간과 관련된 정보에서 가장 특징적인 부분은 시간 단위의 구분과 사건 발생 정보를 비교하고 대비하는 시각적 표현에 있다. 경우에 따라, 일정한 시간 단위와 반복적으로 발생하는 정보량이나 사건을 상대적으로 비교해

볼 수 있고, 일방적으로 존재하는 정보와 다르게 정보의 가치나 특별한 의미를 파악할 수 있는 분석적 정보를 제공함으로써 비교를 통한 정보의 가치를 더욱 높일 수 있다.

5.2.4 인과 관계

정보는 상호연관성을 갖으며 원인과 결과에 대한 정보를 제공한다. 특히, 시간과 관련된 정보는 사건의 발생 시간과 장소의 특정 정보, 그리고 반복적 정보의 패턴에 따른 원인과 결과에 대한 특성을 가지고 있으며, 시간과 사건 발생의 연관성과 이해를 통해 이해하기 쉬고 설득력이 높은 정보를 제공한다.

5.2.5 내러티브

시간과 공간을 기반으로 만들어지는 정보를 순서나 스토리와 같은 구성으로 정보 사용자가 일반적으로 학습 되어진 습관에 의해 순차적으로 이해할 수 있게 하는 것이 내러티브 방법이다. 정보를 서술적으로 전달함으로써 정보의 해석의 가능성을 높일 수 있으며, 정보 전달 과정에서 사용자가 적극적으로 참여하여 스토리를 이해해야 함으로써 정보도 자연스럽게 얻게 된다. 서로의 관계와 맥락을 통해서 의미가 이해되고, 부분과 부분의 인과관계로 형성되는 전체라 할 수 있다.⁷⁷⁾

77) 오병근. '사용자 경험중심의 정보디자인 체계 연구'. 서울대학교 대학원. 2007. p.66

5.3 시간관련 데이터의 시각적 접근

5.3.1. 시간관련 데이터 시각화의 목적

5.3.1.1. 사실과 지식의 전달

세계 공통적으로 시간을 측정하는 단위는 1시간부터 12시간, 더 좁게는 분 단위, 또는 초 단위의 개념으로 인식한다. 이러한 시간단위 때문에 전 세계적으로 동시성을 가지며 정보를 전달할 수 있다. 또한 시간 관련 정보를 효과적으로 전달하기 위해 시계의 문자판을 활용한 시각적인 표현은 정보에 대한 거부감을 없애주는 역할을 한다. 이를 통해 시간을 관리하고 약속 시간을 정하고 지역을 넘어서 여러 사람과 커뮤니케이션 할 수 있는 것이다. 시간의 동시성에 대한 정보 표시는 세계 어디서든 많은 차이를 보이지 않는 범위 내에서 누구나 자연스럽게 사용되고 받아들일 수 있는 정보이다. 이러한 공통적인 의사소통에 대한 정보는 누구에게나 어려움 없이 전달된다. 일반적인 디지털 기기에서도 공통적으로 적용되는 다양한 영역의 아이콘이나 버튼, 그리고 칼라를 통해 정보를 습득하고 자연스럽게 작동할 수 있도록 유도한다. 또한 지식의 복잡한 구조적 특성을 분석하고 논리적 구조로 시각화함으로써 사실에 근거한 정보를 이해하고 습득하는데 도움을 준다. 방대한 양적 정보의 과학 지식이나 오랜 기간 동안 발생한 사건을 연관성 있게 시각화한 사실적 정보는 일반적인 정보 전달과 의사소통의 기초가 되며, 전문지식을 습득하기 위한 중요한 밑거름을 제공함은 물론 사실에 근거한 지식 전달의 영향력을 증가시킨다.

5.3.1.2 원리와 방법의 이해

원리와 방법을 위한 정보는 어떤 현상이나 시스템의 기본 법칙, 작동과 행동의 절차와 순서를 설명하는 것을 말한다. 원리의 정보는 어떤 것의 시스템이 사용자들에게 잘 이해되어 올바른 심성 모형(mental model)을 구축할 수 있도록 도와줌으로써 시스템의 유용성을 높일 수 있게 해야 한다. 방법이란 무엇을 하기 위해 작동이나 행동의 절차를 설명하는 것이다. 방법을 위한 정보는 사용자에게 제시하는 일종의 가이드라인이며 준수해야 할 행동 요령에 대해 체계성을 갖추는 것이다.⁷⁸⁾

시간은 실체가 드러나는 유형의 사물이 아닌 무형의 구조로 되어있고 넓은 범위를 차지하고 있다. 이러한 넓은 범위 영역에서 다양한 데이터 요소들이 연결되어 정보를 제공하는 것이다. 무형의 정보는 사람들로 하여금 호기심의 대상이 되기도 하고 다양한 사건이나 정보와 결합하여 의미를 내포한다. 또한 시간은 공간이란 요소와 결합하여 우리가 살고 있는 세계를 만든다. 그렇기 때문에 시간의 원리와 방법을 이해하는 것은 중요한 부분이다. 기본적으로, 일상에서 벌어지는 모든 사건의 데이터는 시간과 공간의 요소와 함께 공존하며 의미를 가지게 된다. 예를 들어, 사건이 발생하더라도 시간과 장소에 대한 정보가 없다면 사건에 대한 이해나 가치가 떨어진다. 시간과 공간의 구조를 이해하고 조정 할 수 있는 원리를 파악하고 이해한다면 좀 더 흥미로운 정보를 얻을 수 있다.

5.3.1.3. 분석과 비교의 근거

데이터를 시각화하는데 있어 데이터간의 상호관계를 객관적으로 비교와

78) 권오성, 목진요, 오병근, 이주명, 채승진 (공)저. 에코문화디자인을 실행하다 연세대학교출판문화원, 2011, p 32

분석을 통해 판단의 근거를 제공하는데 있다. 데이터의 사실적 내용을 분석하고 논리적으로 시각화하는 것도 중요하지만, 단순히 정보를 전달하기 위해서 이용되는 것이 아니라 비교와 분석을 통해 사용자가 숨겨진 현상과 의미를 찾아 낼 수 있도록 유도하는 것이 필요하다. 예를 들어, 식품매장에서 고객의 이용추이나 구매 관련 내용을 시간별, 주간별 또는 월별 데이터로 기록하고 이를 시각화하여 데이터를 비교, 분석한다. 고객 방문이 많이 발생하는 특정 시간대를 발견할 수 도 있고, 상품 트렌드와 구매 상품을 시간대별로 비교하여 고객의 취향이 어떤지에 대한 정보도 얻을 수 있다. 시간의 흐름에 따른 단순한 사실 기록과 전달뿐만 아니라 이러한 정보를 통한 데이터 분석은 데이터의 특성과 그에 맞는 데이터 시각화가 요구되는 부분이다. 시간의 지속적 진행과 사건에 따른 직선적인 막대그래프나 점그래프를 사용하기도 하고, 연속적이고 순환적인 시간과 반복되는 데이터의 발생에 적합한 원형그래프를 사용하기도 한다. 다양한 데이터와 시간에 대한 적절한 시각화를 위해서는 무엇보다 시각화하고자하는 데이터에 대한 특성을 파악하는 것이 필요하고, 데이터의 비교와 분석을 통해 강한 설득력과 이해력을 높이는 것이 필요하다.

5.3.1.4. 판단과 예측

정보를 시각화하는데 중요한 부분 가운데 하나는 정보시각화를 통해 데이터를 이해하는 것뿐만 아니라 숨겨진 현상을 찾아내는데 목적이 있다.

인간은 탁월한 패턴 인식 능력과 판단 능력을 가지고 있어 데이터의 패턴 분석과 판단으로 앞으로 발생할 상황을 예측하고 판단 할 수 있다. 우리는 정보의 시각화를 통해 유사한 정보를 접하게 될 때 분석을 통해 의미를 찾으려하고 이해와 판단, 그리고 예측을 통해 앞을 유추하려 한다. 이러한 판단과 예측은 그래프의 패턴이나 추이, 그리고 비교 등을 통해 이해될 수

있는데, 한개 이상의 데이터 관계를 그래프로 표현함으로써 가능해 진다. 이러한 과정을 통해 사용자는 앞의 사건이나 상황을 예측하는 것이 가능해지며 시간의 특정 지점에 대한 사건과 인과관계에 대한 구조적 시각화에 따른 패턴은 이러한 판단을 하는데 중요한 단서를 제공한다.

5.3.2. 정보 시각화 방법

정보 시각화 방법은 그 사용 목적에 따라 다르게 표현된다. 데이터가 가진 특성을 분석하여 그에 맞는 형태의 차트가 만들어진다. 데이터를 시각화하기 위한 차트의 올바른 선택과 접근은 복잡한 데이터를 쉽게 인식할 수 있고 사용자의 빠른 이해를 돕는다. 사용자가 이해하기 쉬운 정보를 시각화하기 위해서는 사용자가 어떻게 바라보는가? 의 관점을 가지고 있어야 한다.

어떠한 데이터를 막론하고 정보 시각화 방법은 분석과 함께 제공되는 시각화 도구(Tool)에 의해 결정되는 경향이 강하다. 이러한 차트와 그래프가 분석의 내용을 반영하기 위해 어떤 방식으로 써야 하는지 그 쓰임새를 익히고, 적절한 데이터와 정보 시각화를 하기 위한 수단으로 사용해야 한다. 시각화 도구에 한정된 그래프로만 구현하다 보면, 분석적 사고를 효율적으로 보여주기보다는 단지 멋져 보이는 그래프를 선호하기 쉬우나 어떠한 효율적인 분석을 전달할 것인가를 고려해 그에 따른 그래프를 선택하는 것이 매우 중요하다.⁷⁹⁾

시간과 관련된 데이터의 가장 큰 특징적 요소는 오랜 기간에 걸쳐 발생하

79) 이지선, 빅데이터 분석 시각화 분석, 3장 시각화 방법
<http://www.slideshare.net/neofuture/sds-2>

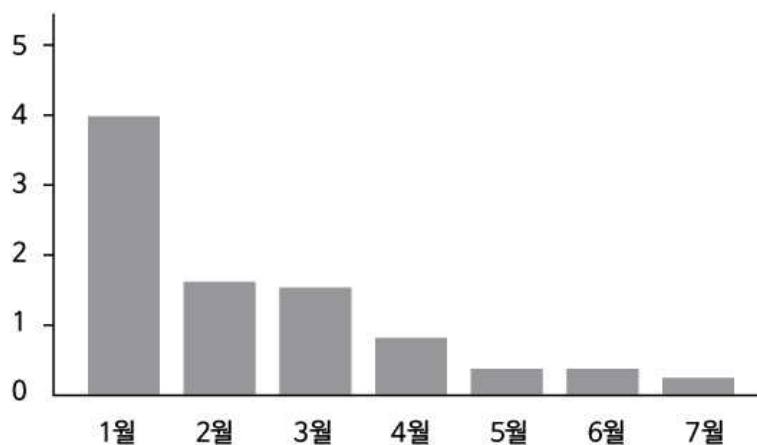
는 사건과 데이터의 변화와 이동뿐만 아니라 데이터의 진행과 패턴 등을 파악하는데 이용된다. 시간의 흐름에 따른 사건의 전후 관계를 파악함으로써 데이터의 의미를 더욱 명확하게 이해 할 수 있는데 시간 관련 데이터는 분절형과 연속형으로 분류할 수 있다.

분류	특징
분 절 형	데이터의 특정 시점 또는 특정 시간의 구간 값
연 속 형	기온 변화와 같은 연속적 흐름의 데이터

[표 3] 시간 관련 데이터의 분류와 특징⁸⁰⁾

다음은 시간 관련 데이터를 시각화하는데 사용되는 그래프와 차트를 설명한 것이다.

5.3.2.1. 막대 차트(Bar Chart)



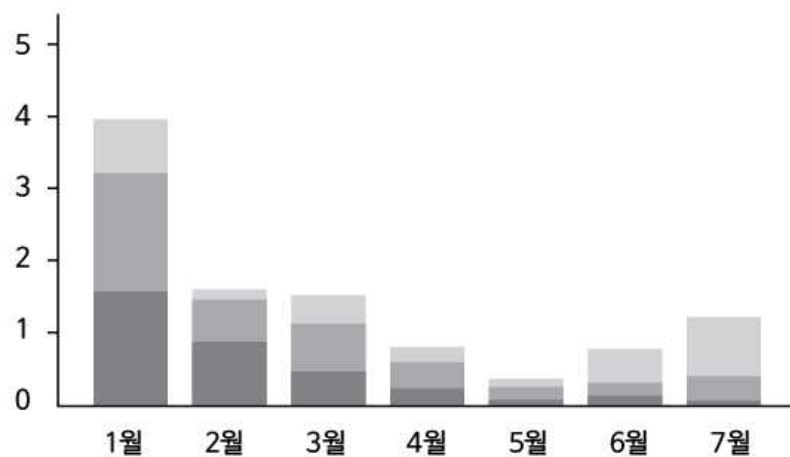
[그림 46] 막대 차트

80) 이지선, 위의 웹사이트

막대 차트(그래프)는 개별 범위를 가지고 있다. 막대 차트는 일반적으로 모든 데이터가 차트에 맞게 확장된다. 차트의 막대는 임의의 순서로 배치할 수 있고, 일반적으로 빈도를 나타내는 시계열(시간) 순서로 배열된다.

막대 차트는 카테고리 데이터의 시각적 표현을 제공한다. 카테고리 데이터는 달(month), 연령(age) 그룹, 신발 사이즈, 그리고 동물 등과 같은 개별 그룹에 데이터를 그룹화 한 것이다. 이러한 카테고리는 일반적으로 내용이나 본질(질적)에 관계되는 것이다. 카테고리는 수평 축을 따라 표시되고, 막대의 높이가 각 카테고리의 값에 해당한다. 81)

5.3.2.2. 누적 막대그래프(Stacked Bar Chart)

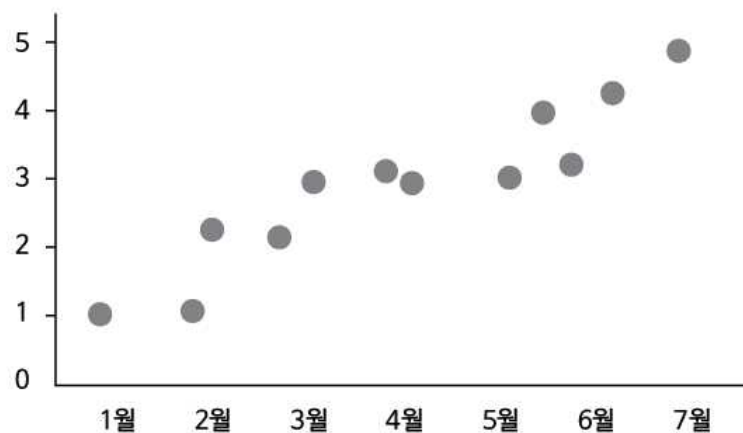


[그림 47] 누적 막대 차트

81) https://en.wikipedia.org/wiki/Bar_chart 2016.05

누적 막대 그래프(Stacked Bar Chart)의 구성은 일반적인 막대그래프와 비슷한 형태를 가지고 있지만 조금 더 복잡한 구조의 데이터를 나타낼 때 사용된다. 누적되고 그룹화된 막대그래프는 데이터 간의 구조 관계를 이해하는데 도움을 주고 누적된 데이터 간의 정보를 비교할 수 있도록 한다. 색상이나 질감을 활용하여 정보를 강조하기도 하지만 복잡한 시각적 강조는 때로 혼돈이나 방해 요소로 작용하기 때문에 주의를 요한다.

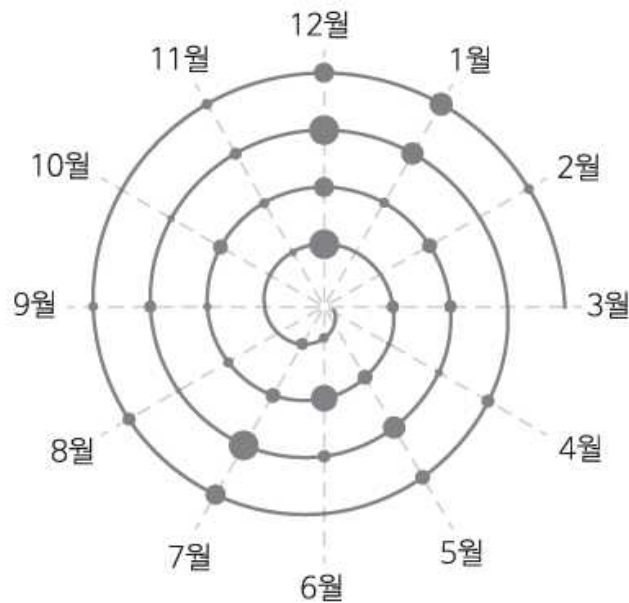
5.3.2.3. 점 그래프 (Scattered chart)



[그림 48] 점그래프

점그래프는 전형적으로 데이터 세트에 대해 두 변수에 대한 값을 표시하기 위해 직교 좌표를 사용한 수학적 그림의 유형이다. 점을 색으로 구분할 경우, 3가지로 표시된 변수의 수를 증가시킬 수 있다. 데이터는 점들의 집합처럼 표시되며 각각의 점들은 가로축의 위치를 결정하는 하나의 변수 값과 세로축의 위치를 결정하는 다른 변수 값을 가진다. ⁸²⁾

5.3.2.4. 나선형 그래프 (Spiral Graph)



[그림 49] 나선형 그래프

나선형 그래프는 나선을 따라 연속적이고 주기적인 데이터를 곡선에 위치시킨다. 주기적 기간은 동일한 각도를 유지하며 데이터 변수와 함께 1회전을 반복하며 고리형태의 나선형 곡선을 이어간다.

나선형 그래프는 연속적이고 주기적인 데이터를 배치하는 것으로 기존의 선형 그래프보다 주기적인 특정 패턴을 더 쉽게 찾아 낼 수 있다. 데이터의 다양한 데이터 세트와 주기적 패턴을 감지하고 확인하는데 목적이 있으며 시간관련 데이터의 분석을 지원한다. 또한 각각 위치한 데이터의 점들과 비교할 수 있는 시각화가 가능하다.

82) https://en.wikipedia.org/wiki/Scatter_plot 2016.05

5.3.3. 정보 전달매체

5.3.3.1. 인쇄 매체

인쇄 매체는 인쇄하여 만든 매체이다. 인쇄매체는 휴대용기기가 나오기 전까지는 4대 매체(TV, 라디오, 신문, 잡지)중 하나로 매체파워가 가장 강력한 한가지였다. 신문, 잡지, 전단, 팸플릿, 포스터 등 다양한 형태로 제작되며, 다양한 디자인으로 그 자체가 예술적인 평가를 받기도 한다. 83)

인쇄 매체는 대중 매체 가운데 하나이다. 인쇄 매체는 대중에게 정보를 전달하기 위한 가장 오래되고 기본적인 형식 가운데 하나로, 신문, 잡지, 월간지 및 인쇄 잡지의 다양한 형태를 포함한다. 인쇄 매체의 목적은 정보와 지식의 전달을 제공하는데 있다. 디지털 매체의 등장 이후 인쇄 매체의 쇠퇴로 이어지고 있지만, 인쇄를 통한 자세한 보고 및 분석 통해 독자의 마음에 오랫동안 영향을 준다는 장점은 장점으로 나타나고 있다.



[그림 50] 인쇄매체 예시: National Geographic 잡지

83) <https://ko.wikipedia.org/wiki/인쇄매체>

5.3.3.2. 디지털 매체

오늘날 디지털 매체를 통한 정보 전달은 많은 영역에서 혁신을 가져 왔고, 다양한 방법으로 그 확장 영역을 넓혀가고 있다. 컴퓨터를 비롯한 태블릿, 스마트폰, 광고판, 키오스크 등 여러 형태의 디바이스가 생겨났고 하드웨어와 소프트웨어의 발달은 다양한 콘텐츠를 전달하기 위한 인터페이스의 기술적 접근성을 다양화 시켰다.

최근 발생한 사건이나 최신 정보를 바로 접할 수 있으며 정보 수정 및 실시간 업데이트를 통한 정보 공유와 전달은 누구나 자신들의 관점을 표현할 수 있는 자유를 부여했을 뿐만 아니라 여론에 영향을 미치는 중요한 도구로서 역할을 하고 있다.

또한 교육 분야에서 디지털 매체를 활용한 인터랙티브의 응용은 점점 더 중요 해지고 있으며, 교육적 도구로써 다양한 정보와 지식을 더 쉽고, 빠르고, 효과적으로 전달하기 위해 시도되고 있다.



[그림 51] 디지털 매체 예시: Touchscreen (Microsoft Touchscreen Surface)⁸⁴⁾

5.3.3.3. 실감 미디어

실감미디어는 ‘실제로 체험하는 느낌’을 뜻하는 “실감”과 ‘정보를 전달하는 매체’를 의미하는 “미디어”가 결합된 용어로, 현실세계를 가장 실감나게 재현하고자 하는 차세대 미디어를 말한다. 즉, 현장에서 보고, 듣고, 느끼는 것 그대로 미디어를 통해 느낄 수 있게 하는 것을 목적으로 하고 있다. 실제로 체험하는 듯한 느낌을 전달하기 위해서 IT기술과 결합되어 꾸준한 발전을 보이고 있으며 인간의 눈으로 직접 보는 것과 같은 사실성에 초점을 맞춰 발전하고 있다.⁸⁵⁾ 현재 실감 미디어의 발전은 공간적 시각을 구성하는 방향으로 발전하고 있으며 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 빠르게 성장하고 있다. 무선과 모션센서, 그리고 스마트폰 기반의 콘텐츠 시장 형성 등 게임, 교육, 영화, 광고 등 새로운 기술의 접목과 함께 서비스 시장이 빠르게 성장하고 있다.



[그림 52] 실감미디어 예시: Oculus VR사의 Oculus Rift

84) <http://www.tuvie.com/microsoft-touchscreen-surface-is-coming/>

85) <http://lgcns.com/1063>

6장

작품연구

6.1 Introduction

6.2 정보 조직화

6.3 정보 시각화

6.4 사용자 콘텍스트

6.5 디자인 작품

6. 작품연구

6.1. Introduction

끊임없이 쏟아지는 정보와 정보 기술의 발전으로 이제 우리 삶의 부분에 많은 변화를 살펴 볼 수 있다. 특히 많은 정보의 발생과 소비는 정보를 이해하고 습득하는데 질적 향상과 함께 사회, 문화적 영향력을 발휘하고 있다. 그리고 최근 정보디자인에 대한 인식과 관심이 집중되고 있고 신문, 잡지를 비롯한 프린트 미디어뿐만 아니라, TV나 인터넷과 같은 스크린 미디어를 통해서 우리 일상생활 어디에서나 접할 수 있게 되었다.

“Data is Beautiful”이란 저서와 많은 정보디자인 관련 서적을 출간한 David McCandless는 TED 강연에서 정보 시각화에 대한 중요성을 연설하며 정보디자인의 사회적 영향력을 강조하고 있다. 우리가 살고 있는 현재는 멈춰있는 상태가 아니다. 과거를 시작으로 미래로 향하는 지속적으로 이어지고 변화하는 사건의 한 지점에 서 있고 지금도 계속해서 나아가고 있다. 시간 또한 여러 가지 사건과 연관되어 시공간적 흐름 속에서 우리가 알지 못하는 역사와 많은 정보를 담고 있다.

그리고 우리는 시간과 관련된 데이터의 특성을 분석함으로써 데이터를 시각화 하는 것이 요구된다고 본다.

시간의 흐름과 함께 사건을 시각화 하는 것은 정보디자인이다. 정보디자인은 인류의 시각을 출발로 목적과 필요에 따라 다양한 형식과 방법으로 진화해 왔고, 단순한 막대그래프나 원형 차트로 부터 데이터의 특성과 목적에 따른 다양한 분석과 시각화를 통해 사람들에게 정보를 제공함으로써 친숙하고 이해하기 쉬운 수단으로 자리매김 하고 있다. 오늘날 정보 시각화를 기반으로 하는 정보디자인은 2D를 주 표현 수단으로 활용하고 있지만, 디지털 기기와 다양한 인터랙션, 사운드, 동영상 등을 결합하여 정보에

대한 흥미와 이해하기 쉬운 환경을 제공해 주고 있다. 오늘날, 빠르게 변화하는 미디어의 변화 속에 정보디자인은 또한 많은 진화를 보이게 된 것이다. 방대한 데이터와 인터랙션을 기반으로 정보디자인이 우리 일상생활에서 정보를 이해하는데 편의와 효율성을 제공한다는 측면으로 평가되고 있다. 또한 빅데이터의 분석과 시각화를 거쳐 미디어와 인터랙션의 결합을 통해 이해하기 쉽도록 보여진다는 것은 아주 흥미로운 일임에 틀림없다.

시간관련 데이터 시각화는 다양한 콘텐츠와 기술적 발달로 꾸준히 발전하고 있으며 여러 가지 테크놀로지와 방법적 접근으로 정보를 재생산 해내는 매체로 거듭나고 있다. 사진을 비롯한 동영상, 3D 정보 등이 정보디자인과 연관관계를 가지고 활발한 노력과 연구가 진행 중이며 이러한 꾸준한 도전은 정보화 사회의 흐름과 함께 발전하고 있다.

본 작품은 시간 관련 데이터를 시각화하기 위한 정보디자인 및 데이터 시각화에 대한 제안으로 시간과 사건이 연관되어 있는 다양한 정보의 관계를 주기적 시간의 특성에 접근해 시각화 하는 것이다. 또한 디지털 미디어를 기반으로 정보디자인의 직관적 경험뿐만 아니라 시간 관련 정보의 올바른 이해와 체계적 접근, 그리고 교육적 툴(Tool)로써 잠재적 가능성을 보여주는 시각화 방법에 대해 제안하는데 목적이 있다.

우리는 과거로의 여행을 떠날 때 책을 이용하거나 인터넷에서 제공되는 정보들을 활용하여 시간 여행을 떠난다. 우리가 현재 서 있는 시점을 시작으로 길고 먼 여정을 시간이라는 타임라인을 통해 과거로 떠나지만, 하나의 생명체가 생겨나는 시점이나, 더 나아가 빅뱅과 지구가 생성되는 과거의 시점이 현재와 얼마나 떨어져 있고 시간 단위와의 관계를 정확히 짐작하기 힘들다. 생명체의 진화는 오랜 시간의 흐름과 예기치 못할 사건으로 변화하고 진화를 거듭하는 과정일 뿐만 아니라 시간과 깊은 연관성을 갖고 있다고 볼 수 있다.

본 작품에서는 시간이 지남에 따라 나타난 시간관련 데이터를 시각화하는 것으로 “생명의 진화”라는 방대한 양의 데이터를 과학적 근거를 바탕으로 시각화하고 주기적 시간과 사건의 연관 관계를 직관적으로 경험하도록 하였고, 정보디자인이 갖춰야할 정확한 정보 전달뿐만 아니라 주기적 데이터 정보를 통한 비교 분석으로 미래에 대해 예측할 수 있도록 교육적 측면도 고려하여 흥미롭게 다루고자 하였다.

6.1.1. 대상선정

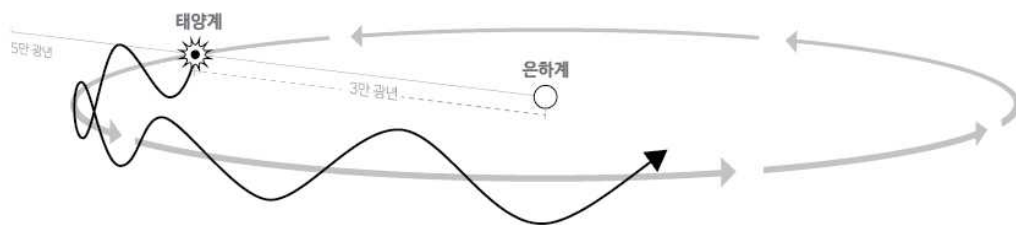
본 작품은 생명의 진화 가운데 주기적 사건 발생에 따른 대량전멸(Periodic Mass Extinction)이라는 과학적 연구 이론에 근거한 데이터를 기반으로 진행하였다.

시카고 대학(University of Chicago)의 데이빗 라우프(David M. Raup, Paleontologist) 교수 따르면 화석 기록과 지구 생명의 다양한 변화를 통해 대량전멸이 주기적으로 발생한다고 주장하고 있다.

고생물들이 고생대 말부터 주기적으로 전멸했고 그 주기가 6200만년 이라고 주장한다. 고생물들이 주기적으로 전멸했다는 주장은 처음이 아니며, 이미 프린스턴 대학의 알프레드 피셔(Alfred G. Fisher) 교수에 의해 1977년에 발표⁸⁶⁾된 내용이다. 그는 지질시대에 나타났다가 전멸한 고생물들의 목록 정리뿐만 아니라, 고생물의 분류별 출현과 전멸의 시대를 확인해야하는 방대한 통계학적 처리를 통해 고생물들이 주기적으로 전멸했다는 의미를 찾아내게 되었다. 그의 주장은 잠시 무시되었지만, 외계물체 충돌론으로 다시 부상되었다.

86) https://en.wikipedia.org/wiki/Extinction_event

주기성에 대한 이론은 생물의 전멸이 주기적이라는 원인을 태양계와 은하계의 운동에서 찾는다. 태양계는 반지름이 5만 광년인 은하계의 중심에서 약 3만 광년 떨어져 은하계의 중심을 반 시계 방향으로 초속 220km의 속도로 공전해 약 2억 3천만 년에 한번 공전하는 것으로 알려져 있다. 이 때 태양계는 약 6천 3백만 년에서 6천 7백만 년의 주기를 가지고 은하계의 장축면의 아래 위를 진동한다[그림 53]. 현재 태양계는 장축면 가까이에 있다.⁸⁷⁾

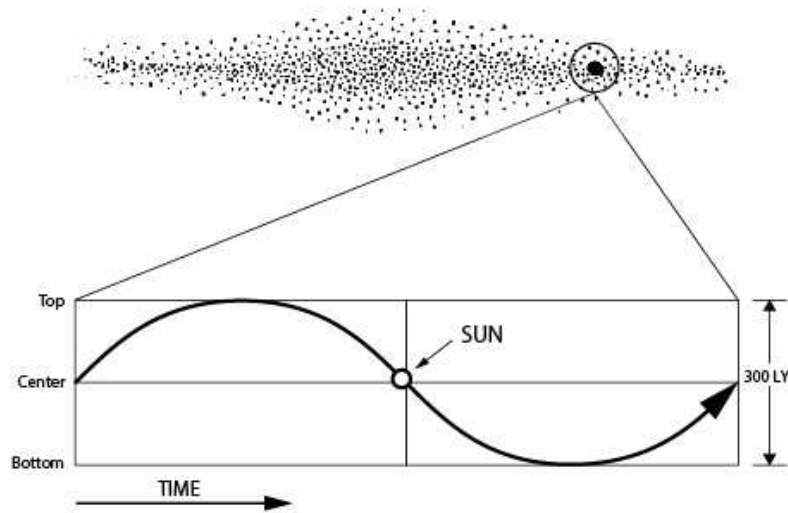


[그림 53] 태양계의 위치와 이동 방향

학자들은 네메시스라 불리는 행성 X가 태양 부근을 지날 때 소행성이나 혜성 등 작은 천체물체들이 만유인력에 의해 지구로 끌려와 지구와 부딪친다고 가정한다. 예컨대 1908년 6월 30일에 반지름 수십 m 크기의 외계 물체가 시베리아 퉁구스카 상공에서의 폭발로 50km 내에 있던 엄청난 숫자의 나무가 일거에 쓰러지고 수많은 동물들이 타 죽은 사건이 그 예이다. 폭발 위력은 대단히 큰 수소폭탄 한 개의 위력과 맞먹고 1945년 일본 히로시마에 투하된 원폭 위력의 1,000배에 해당된다. 1994년 여름에는 목성에 충돌했던 슈메이커-레비(Shoemaker - Levy)혜성의 충돌현상이 지구에서 관찰될 정도로 그 위력은 상상을 넘어선다.⁸⁸⁾ 이렇듯 대량전멸은 태양계와 은하계 운동에서 연관 관계를 찾고 있고 다양한 과학적 연구를 통한 주기적 발생 원인을 연구하고 있다.

87) <https://ko.wikipedia.org/wiki/대량전멸>

88) <https://ko.wikipedia.org/wiki/대량전멸>



[그림 54] 태양계의 은하계 장축면 주기 운동

또한, 대량전멸은 지구상의 생명체의 진화를 가속하기도 한다. 고생물들의 생물학적 지위상의 우위가 바뀌는 것은 새로운 생물군이 이전의 생물군에 비해 우수해서가 아닌 전멸에 의해 이전 생물군이 새로운 생물군에게 자리를 내주기 때문이다. 예를 들어, 실제로 포유류와 공룡의 경쟁에서 공룡이 지배적인 생물학적 지위에 있었지만 백악기 말의 대량전멸을 통해 포유류가 생물학적 지위상의 우위를 차지하게 된다. 아이러니하게도, 포유류에게 지위를 내준 공룡들은 트라이아스기 말의 대량전멸을 통해 다시 생물학적 지위를 차지하게 된다. 점증 이론(Escalation hypothesis)이라는 또 다른 관점으로, 대량전멸 후에 살아남은 생물군은 종의 다양성을 회복하는 것이 아니라 개체 수의 회복만 일어나기 때문에 진화가 장기간 퇴보를 겪게 된다. 따라서 전멸을 단순히 어떤 종이 멸종되었고 어떤 종이 살아남았는지도 분석하는 것은 전체의 일부만을 설명하는 것으로 보고 있다.⁸⁹⁾

본 작품은 위에서 언급한 대량전멸(Mass Extinction)과 과학적 분석 이론을 토대로 대량전멸에 따른 생명의 진화와 그와 연관된 사건, 기후 변화, 행성의 움직임 등의 방대한 데이터를 시각화 하는 과정으로 주기적 시간의 이해와 데이터 시각화의 폭을 넓혀보고자 한다.

89) <https://ko.wikipedia.org/wiki/대량절멸>. 수정인용

6.1.2. 제작 방향

본 작품은 주기적 시간과 생명의 진화를 주제로 선정하고 스크린을 기반으로 한 미디어(screen-based media)를 활용한 인터랙션을 기반으로 관련 정보를 시각화하는 것이다.

생명의 진화는 오랜 시간에 걸친 시간의 흔적이이며 수많은 변화에 대한 정보를 담고 있는 데이터로 과학적이며 교육적 가치의 중요성에도 불구하고 우리가 긴 시간의 개념과 지식을 정확하게 이해 못하는 분야이기도 하다. 디지털 시대를 살면서 과학적 접근의 연구 이론과 테크놀로지의 발달을 경험하는 것은 당연한 일이지만 데이터가 갖는 특성과 새로운 미디어를 통한 접근 방법은 또한 함께 풀어가야 할 과제이다. 그렇기 때문에 스크린을 활용한 흥미롭고 유용한 콘텐츠 등의 개발은 의미 있는 일이라 할 수 있다.

본 작품을 연구하는데 있어 주목한 점은 위와 같은 미디어의 접근적 시도뿐만이 아닌 스크린 기반 미디어의 기술과 함께 교육적 툴(Tool)로써 맥락적인 정보를 보여주고자 하는데 있다. 자료를 수집하고 분석하는 절차에 있어서도 학위논문, 관련서적을 비롯한 연구보고서 등을 참고하여 현재와 과거의 시간과 사건을 표현하려는 노력을 진행하였다.

주기적 시간의 반복성, 연속성, 데이터 비교와 예측이라는 특성을 통한 작품 제현에 적용하여 기본적인 제작에 있어 과학적 분석 근거뿐만 아니라 주기적 시간의 흐름을 나선형 형태로 표현하여 복합적인 데이터 시각화를 가능하게 하였다. 그리고 데이터의 특성에 맞는 시각화에 대한 새로운 접근과 미디어를 통한 기술적 표현 연구를 이끌어냄으로써 사용자에게 좀 더 가깝게 다가가는 것이 데이터 시각화 분야와 디자이너가 가져야 할 사회적 책임이라 생각한다.

6.2. 정보 조직화

정보 조직화는 무질서한 상태로 존재하는 데이터를 나열(list-up)과 분류(grouping/classifying), 그리고 배열(arranging)하고 조직화(organizing)하는 과정을 거쳐 정보에 질서를 부여하는 작업을 의미한다. 정보는 발신자의 의도를 제시할 수 있어야 하며 사용자의 사용 목적에 적합하게 정리되어야 한다. 정보는 이해하기 쉽도록 조직화되어 배치될 때 그 가치와 유용성은 높아진다고 할 수 있다. 또한 같은 정보라도 어떻게 조직화하느냐에 따라 전달하는 의도와 수용하는 의도가 달라 질 수 있다.⁹⁰⁾ 데이터에 대한 철저하고 체계적인 분석과 파악은 정보를 효율적으로 사용자에게 전달시킬 수 있고 이해도를 높일 수 있다.

데이터의 의미를 분석하여 최소의 단위로 전달하고자 하는 정보를 나열(List-up)하고, 나열된 정보를 데이터의 성격과 관련된 내용에 맞는 그룹으로 분류(Grouping & Classifying)하는 과정이 먼저 수반되어야 한다.

수집된 데이터를 분석하고 정제하는 단계를 거치지 않는다면 효과적인 결과물을 얻을 수 없게 된다. 특히 복잡한 구조로 얽힌 데이터를 나열, 분류, 배열, 그리고 조직화하는 과정을 거치는 것은 정보 시각화 하는 사람들에게는 항상 고려해야할 요소이다. 정보를 체계적으로 조직화할 때 사용자는 정보를 효과적으로 탐색하고 쉽게 이해할 수 있도록 유도될 뿐만 아니라 정보의 가치와 유용성을 더욱 증대시킬 수 있는 의미 있는 결과로 이어진다.

90) 오병근 강성중 지음, 정보디자인교과서, 안그라픽스, 2008, p.81-82

6.2.1. List up

주기적 시간의 구성과 특징, 그리고 생명의 진화와 대량전멸의 연관 관계를 시간과 사건 중심으로 자료를 수집하는 단계이다.

6.2.1.1. 주기적인 시간 데이터의 배치와 구성

생명의 진화는 지질학적 연구와 화석기록 측정 등에 의한 과학적인 분석에 입각하여 내려진 내용으로 은하계를 중심으로 한 태양계의 공전에 관한 내용을 포함하고 있다. 먼저 생명의 진화에 대한 시각적 표현과 구조에 대한 내용을 전문 과학자를 비롯한 관련 문헌, 그리고 인터랙션 분야 조사를 통해 알아보았다. 진화에 대한 정보 시각화는 평면적(2D) 시각화로 직선적 시간 구조로 나열하거나 데이터가 집중되어 있는 시간 영역을 중심으로 그래프와 일러스트를 이용해 시각화하였음을 알 수 있었다. 인터랙션(3D)을 활용한 시각화는 인터넷을 활용한 데이터 시각화로 시간 단위를 레이어로 구분하여 화면에 수평적 구조로 배열하였음을 알 수 있었다.

6.2.1.2. 생명의 진화 과정

생명 진화에 대한 시각화 자료로 Human Evolution Timeline Interactive⁹¹⁾, A Family Tree Of Every Bird On Earth⁹²⁾, A Timeline of

91) <http://humanorigins.si.edu/evidence/human-evolution-timeline-interactive>)

Life's Evolution⁹³⁾ 등을 조사하였다.

웹사이트 들과 진화와 관련된 학술 연구 및 관련 서적을 통해 진화의 내용을 정리하였다. 과거로부터 이어지는 시간의 흐름 순서에 따라 생명의 시작과 번성, 진화, 소멸의 과정을 조사하였으며, 환경적 변화의 요인이 되거나 생명체의 급격한 감소{표 3}와 관계가 있는 주요 사건과 원인들을 함께 조사하고 정리하였다.

Period (End of)	Die out rate	I X
65 MYA (Cretaceous)	85 %	/1 = 65 MY
208 MYA (Triassic)	25% over time	/3 = 69.33 MY
245 MYA (Permian)	96%	/4 = 61.25 MY
365 MYA (Devonian)	70% over time	/6 = 60.83 MY
438 MYA (Ordovician)	50% + some over time	/7 = 62.57 MY
		Average 63.796 MY

[표 4] 대량전멸 시기와 고생물의 전멸 비율⁹⁴⁾

92)

<http://www.popsci.com/science/article/2012-10/infographic-new-family-tree-depicts-evolution-all-birds-dinosaurs-until-now>

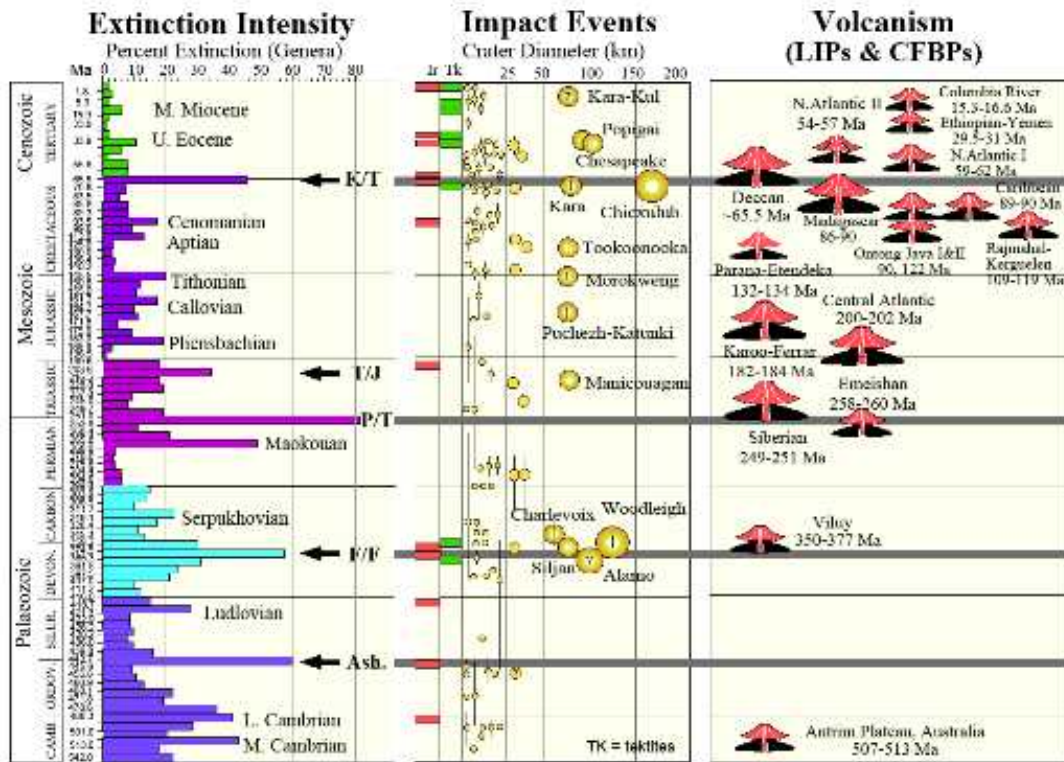
93) <http://exploringorigins.org/timeline.html>

94) http://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/ciencia_astrosociencias07.htm

Period	Extinction	Date	Cause
Holocene	Holocene extinction event	c. 10,000 BCE — Ongoing	Humans
Pleistocene	Quaternary extinction event	640,000, 74,000, and 13,000 years ago	Unknown; possibilities include change in climate and overhunting by humans.
Pliocene	Pliocene–Pleistocene boundary marine extinction	2 Ma	
Neogene	Middle Miocene disruption	14.5 Ma	
Palaeogene	Eocene–Oligocene extinction event	33.9 Ma	
	Cretaceous–Paleogene extinction event	66 Ma	Chicxulub impactor
Cretaceous	Aptian extinction	117 Ma	
	End-Jurassic extinction	145.5 Ma	
Jurassic	Toarcian turnover	183 Ma	
	Triassic–Jurassic extinction event	200 Ma	Climate change, asteroid impact or volcanism
Triassic	Carnian Pluvial Event	230 Ma	
	Permian–Triassic extinction event	252 Ma	Likely multiple causes
Permian	Olson's Extinction	270 Ma	
Devonian	Late Devonian extinction	375-360 Ma	Likely multiple causes
	End-Silurian extinction event	416 Ma	
	Lau event	420 Ma	
	Mulde event	424 Ma	Global drop in sea level?
Silurian	Ireviken event	428 Ma	Deep-ocean anoxia?
	Ordovician–Silurian extinction events	450-440 Ma	Global cooling and sea level drop
	Cambrian–Ordovician extinction events	488 Ma	
	Dresbachian extinction	502 Ma	
Cambrian	End-Botomian extinction event	517 Ma	
	End-Ediacaran extinction	542 Ma	
Precambrian	Great Oxygenation Event	2400 Ma	Rising oxygen levels in the atmosphere due to the development of photosynthesis

[표 5] 전멸 사건 리스트 (List of Extinction Events)⁹⁵⁾

95) https://en.wikipedia.org/wiki/Extinction_event. 2016

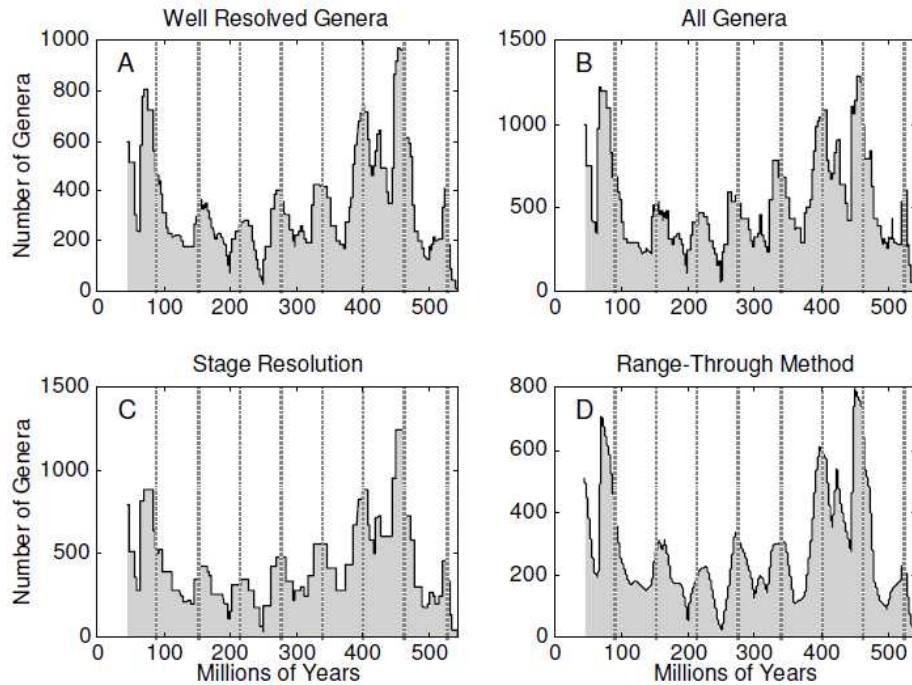


[그림 55] 대량전멸, Phanerozoic (현생대) 동안의
충격 사건과 화산 활동 96)

96) The Cretaceous - Tertiary Mass Extinction: Theories and Controversies
by Gerta Keller. Princeton University, 2012.03

(<https://www.geolsoc.org.uk/keller>)

대량전멸, 현생대(Phanerozoic) 기간 동안의 영향과 대형 화성암영역(large igneous provinces). 층서학 구획과 수치상 연령(numerical ages) 속 분류(Genera compilation): 영향력 데이터베이스, LIPs와 CFBP 데이터베이스, 주목할 것은 칩술루브(출돌구)이 K-T 경계 이전에 충격으로 먼저 온다.

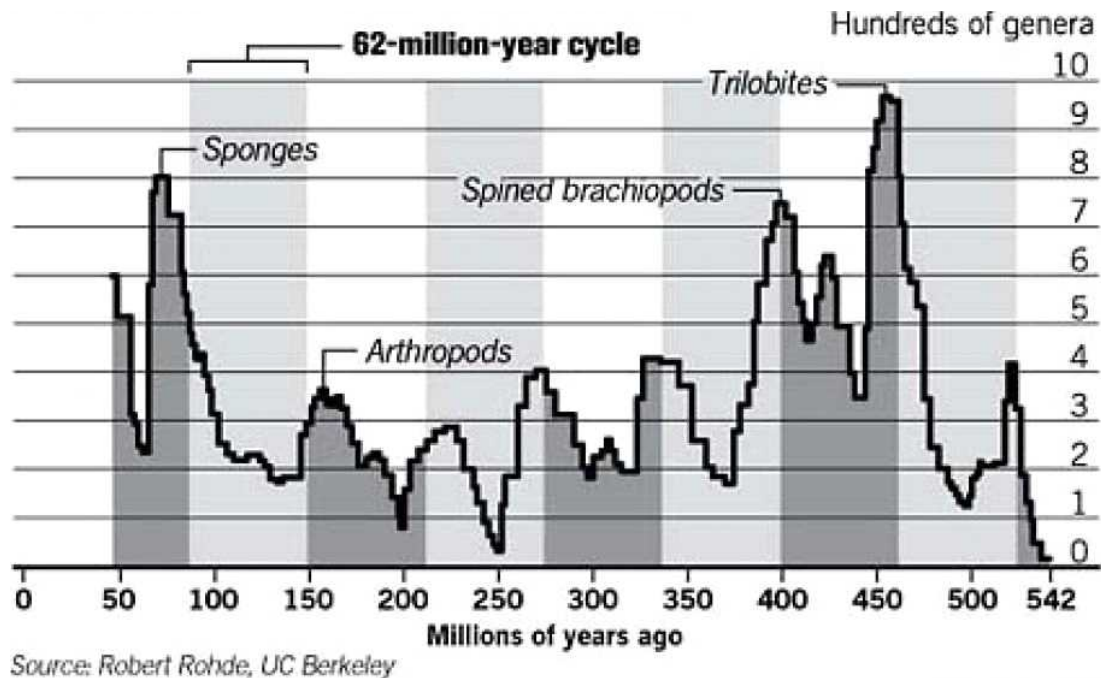


[그림 56] 4개의 다양한 분석 방식에 따른 종의 다양성 분석 그래프.

진화에 대한 데이터는 UC 버클리 대학의 물리학자 리처드 물러(Richard Muller)에 의해 연구 발표된 “Cycles of Extinction and Biodiversity”를 바탕으로 진행하였다. 이 데이터는 5억년 이상 된 화석 기록을 면밀하게 컴퓨터로 분석한 후 진화의 새로운 해석을 내놓은 것으로 6200만년을 주기로 하는 대량전멸 패턴과 생명의 진화에 대한 관계를 발표한 것이다.

위의 그래프는 범위설정 방법에 의해 만들어진 것이다. 각 그래프에서 보이는 바와 같이 분류된 종으로 결정된 구역에 따른 수직 점선은 6,200만년 주기를 나타낸다. 이 그래프로 6,200만년 주기의 존재가 인공으로 만들어진 것이 아니라는 것을 분명하게 물러 박사는 설명하고 있다.⁹⁷⁾

97) Cycles in Fossil Diversity. Robert A. Rohde & Richard A. Muller. Nature 434, 2005. p.208-210



[그림. 57] 생물의 다양성과 멸종 주기 데이터
리차드 물러(Richard Muller), UC Berkeley⁹⁸⁾

6.2.1.3. 해외의 진화관련 시각화 조사

진화에 대한 여러 시각과 다양한 구성의 시각화를 찾아 볼 수 있다. 다양한 도구와 인터랙션을 활용해 시간의 흐름을 통한 여행을 경험할 수 있으며 지구의 역사와 생명에 대한 교육적 도구로서 훌륭한 자료로 사용되고 있다.

먼저 인터랙션을 통해 데이터를 시각화 시킨 관련 웹사이트에 대해 조사를 하였고, 진화에 대한 정보와 시간의 개념을 사용자가 쉽게 이해하고 인

98)

<http://www2.lbl.gov/Science-Articles/Archive/Phys-fossil-biodiversity.html>

터랙션을 통한 정보를 직관적으로 쉽게 컨트롤 할 수 있는지에 대해 조사하였다. 인터랙션을 활용한 방법이나 표현하고 있는 정보의 양을 통해 단편적으로나마 정보 시각화의 중요도를 가늠할 수 있었으며 생명의 진화를 설명하기 위해 시간의 흐름에 따라 정리하려는 성향을 볼 수 있었다.

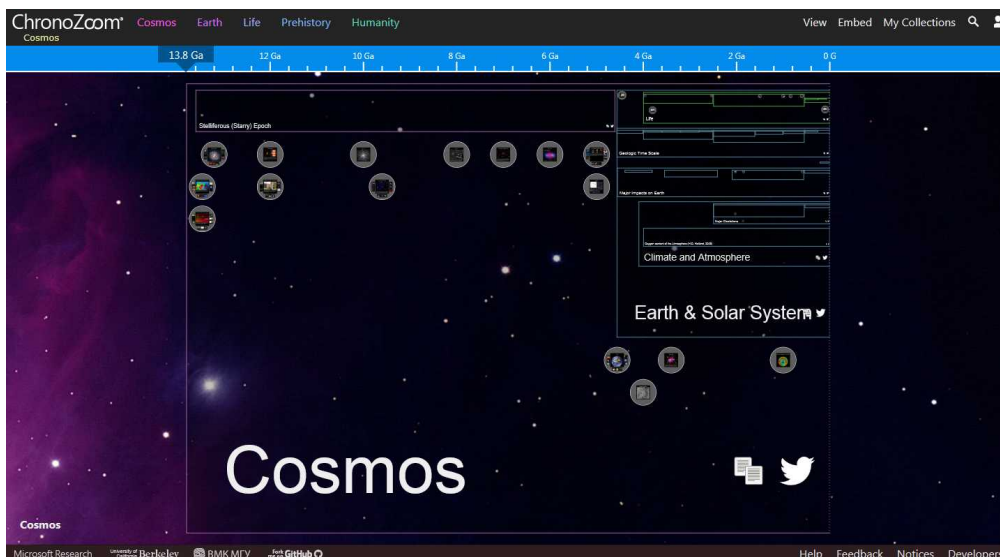
No.	웹사이트	제작 시기	시각화 방법
1	ChronoZoom	2012	빅뱅에서 현재까지의 시간과 역사의 데이터를 시각화, 우주 지질학, 생물학 및 사회적 시대의 정보 수록
2	Deep History of Life on Earth	2012	암석 속 화학적 특성과 생물학적 분에서 공룡 화석과 초기 인류에 이르는 증거자료를 통한 지구에 대한 기록.
3	History of Earth(Geologic Time Scale)	????	인터랙션을 이용한 시각화, 텍스트로 시대적 간략한 소개
4	DeepTree	2013	멀티 터치 테이블을 이용해 시각화. 여러 박물관에서 체험 할 수 있는 학습 활동 시리즈를 개발
5	EarthViewer App	2013	지질학적 기간 별 대륙의 모습과 대기 중의 산소, 이산화탄소 비율을 시각화
6	EVOLVING PLANET	2006	버튼, 프레임을 활용
7	Isotopic Dating	????	음성을 이용한 지질학적 내용과 이미지를 설명.
8	UNIVERSAL TIME SCALE	????	아이콘 슬라이딩 방식. 빅뱅 이후 우주에서 발생한 대규모 사건 묘사.
9	Evolution of Our Solar System ⁹⁹⁾	2005	가로축으로 길게 늘어진 이미지만을 이용해 태양계의 진화를 표현함.

[표 6] 해외 지질학 및 지구의 역사 관련 시각화 자료 도표

99) <http://www.lpi.usra.edu/education/timeline/>

①. ChronoZoom

ChronoZoom 빅뱅에서 현재까지 가능한 한 넓은 범위의 시간을 시각화하는 무료 오픈 소스 프로젝트이다. 버클리 와 캘리포니아 대학의 the department of Earth and Planetary Science와 Microsoft Research와 모스크바 대학과 공동으로 고안 · 개발하였다. ChronoZoom은 거대한 역사 연구에 영감을 주었고 Google Earth는 지리를 취급하는 것과 같은 방식으로 시간과 역사의 데이터화 및 시각화에 접근하였다. ChronoZoom 사용자는 우주 지질학, 생물학 및 사회적 시대의 시간을 볼 수 있다. 100)

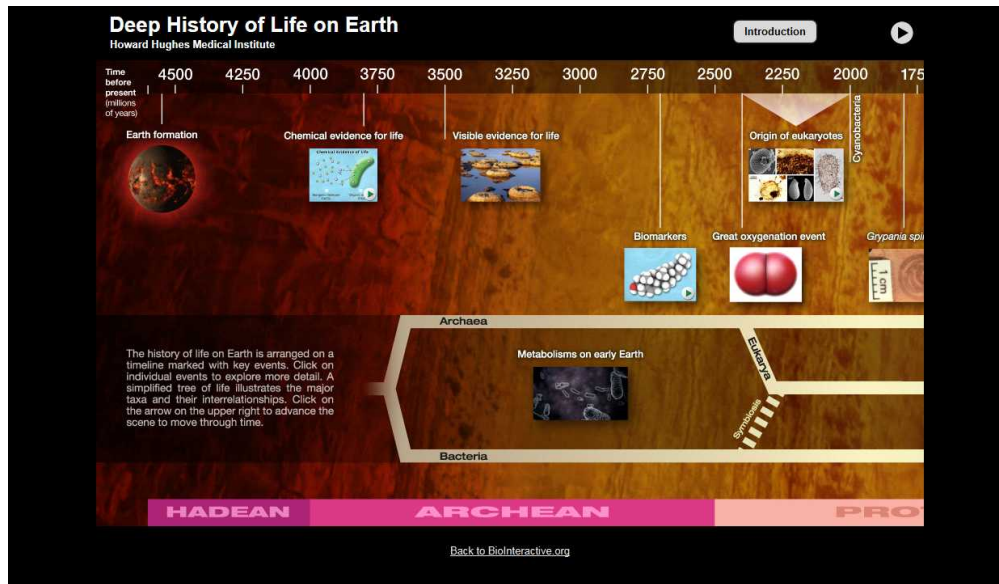


[그림 58] 진화 관련 시각화 사례: ChronoZoom

- 웹사이트: <http://www.chronozoom.com>
- 주요 정보: 빅뱅에서 현재까지의 시간과 역사의 데이터를 시각화, 우주 지질학, 생물학 및 사회적 시대의 정보 수록

100) <https://en.wikipedia.org/wiki/ChronoZoom>

②. Deep History of Life on Earth



[그림 59] 진화 관련 시각화 사례: Deep History of Life on Earth

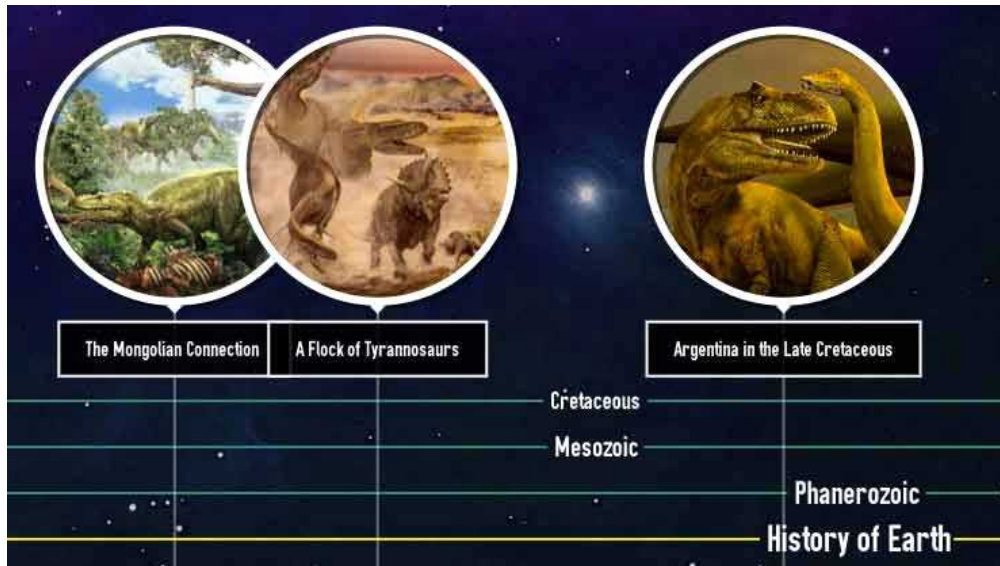
지구 역사의 대부분은 미생물의 인생은 유일한 생명 존재하고 여러 가지 미생물의 과정은 오늘날에도 많은 생태계를 지배하고 있다. 더 크고 더 복잡한 다세포 생명 허용한 지구의 역사에서 중요한 발전은 해양과 대기 중 산소의 극적인 증가했다.

지질학적 증거와 유전적 증거 : 과학자들은 증거의 두 가지 주요 유형에서 지구상의 생명의 타임 라인을 구축했다. 화석은 지질학적 증거의 가장 가까운 유형이며, 적어도 크고 더 최근의 생물에 대한 고대의 삶의 아름답고 상세한 시각화를 제공한다. 그러나 연체 미세한 생물은 유일한 드문 상황에서 화석, 플레이트 건축의 프로세스는 대부분의 화석을 파괴하고 물어 버렸다. 다행히 과학자들은 고대의 생활을 연구하는 지질학적 증거의 다른 유형으로 바꿀 수 있다.

○ 웹사이트: <http://media.hhmi.org/biointeractive/click/deeptime/>

○ 주요 정보: 화석의 동위 원소, 퇴적물과 미생물의 상호 작용을 반영하고 있으며 살아있는 동물, 식물, 미생물의 게놈 분석에 의한 데이터를 수록

③. History of Earth(Geologic Time Scale)



[그림 60] 진화 관련 시각화 사례: History of Earth

인터랙티브 타임라인을 통해 지구의 역사에서 일어난 중요한 사건을 배우고 탐색한다.

- 웹사이트: <https://uofa.ualberta.ca/courses/dino101/interactive-modules>
- 주요 정보: 진화를 소개, 정보 수록

④. Deep Tree

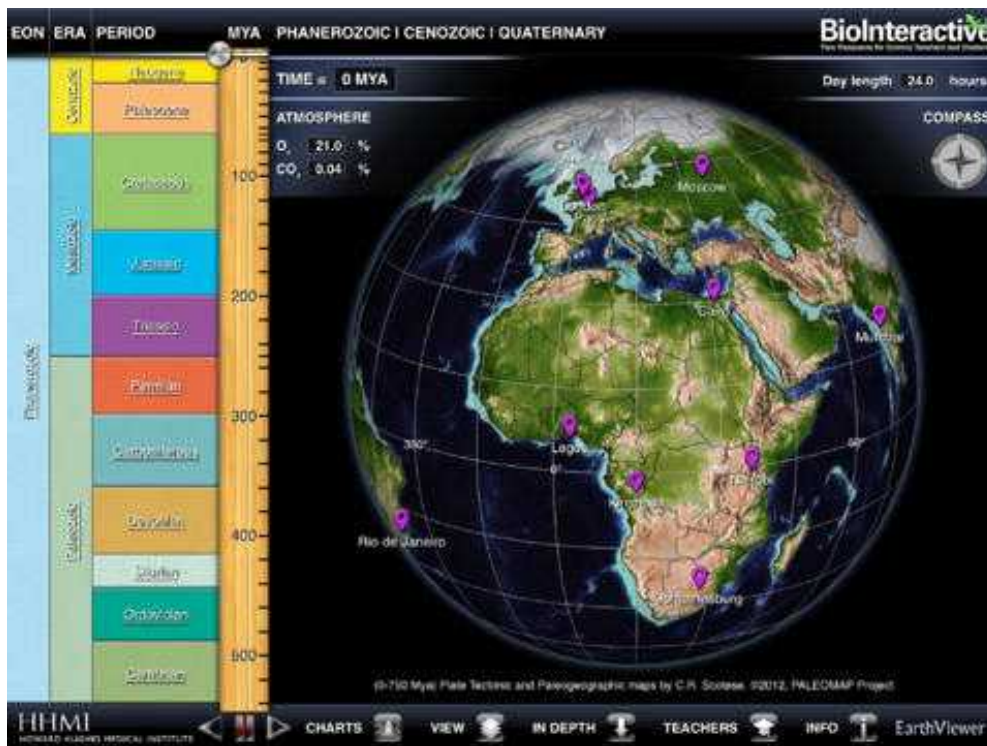


[그림 61] 진화 관련 시각화 사례: Deep Tree

DeepTree는 지구상의 모든 생명의 역사를 시각화한 것이다. 나무구조는 35 억년 전, 생명의 시작부터 수백만 종의 진화 관계를 표현하고 있다. 또한 인터랙션을 활용한 인터페이스로, 조감뷰를 통해 종의 방대한 구조를 볼 수 있고, 어떻게 다양한 종이 연관되어 있는지를 알 수 있다.

- 웹사이트: <https://lifeonearth.seas.harvard.edu/>
- 주요 정보: 지구에서 생활하는 생물들의 다양성 이해와 지구 생명의 역사를 알기 위해 사람들이 상호작용할 수 있도록 멀티 터치스크린을 이용

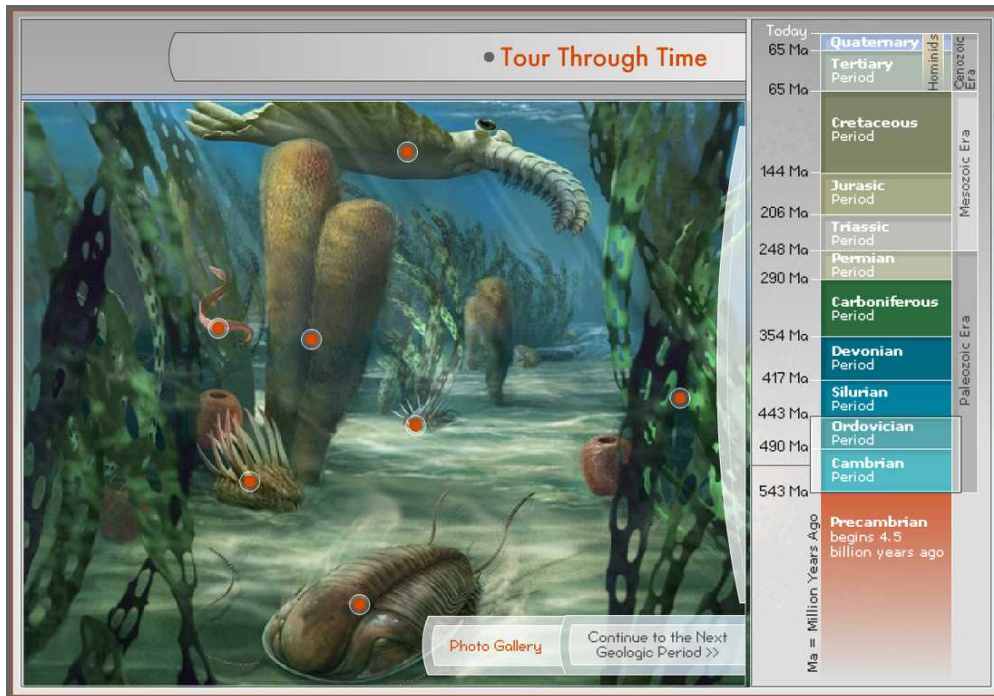
⑤. EarthViewer App



[그림 62] 진화 관련 시각화 사례: EarthViewer App
Earth Viewer App 스크린 캡처

- 웹사이트: <https://itunes.apple.com/us/app/earthviewer>
- 주요 정보: 각 대륙의 지질시대 기간을 나타내고, 그 시대의 산소와 이산화탄소의 비율, 지구의 온도 등을 보여준다.

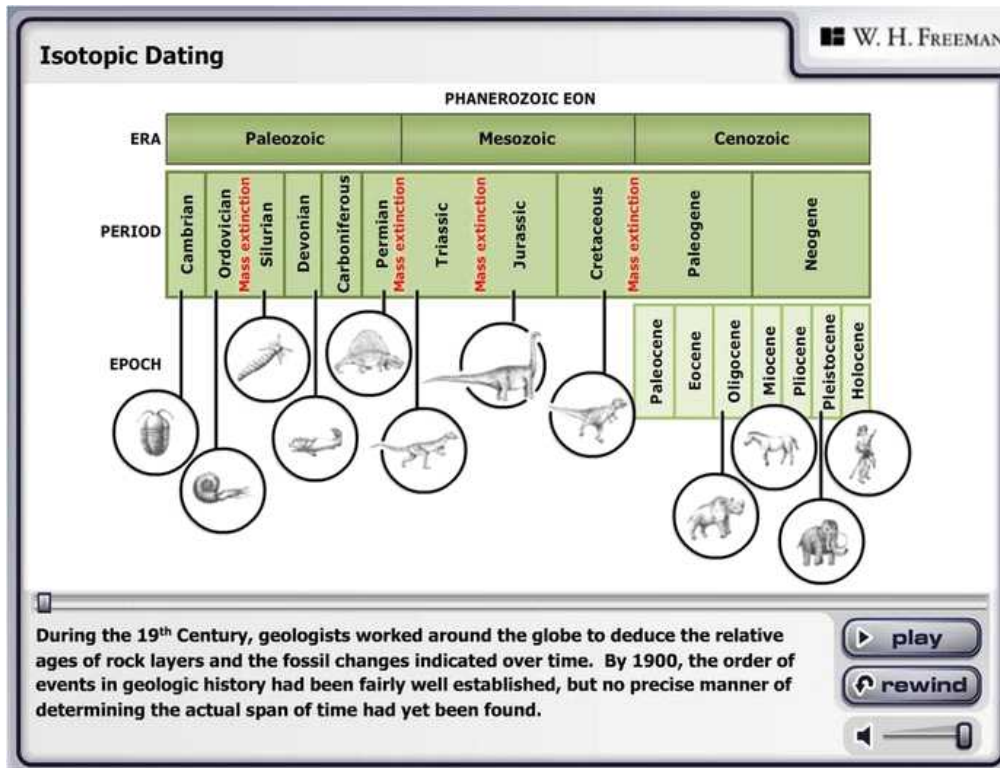
⑥. EVOLVING PLANET



[그림 63] 진화 관련 시각화 사례: EVOLVING PLANET
EVOLVING PLANET 스크린 캡처

- 웹사이트: <http://archive.fieldmuseum.org/evolvingplanet/>
- 주요 정보: 화석, 비디오, 대화형 디스플레이, 지금까지 지구에 살았던 모든 일을 연결하는 이야기

⑦. Isotopic Dating



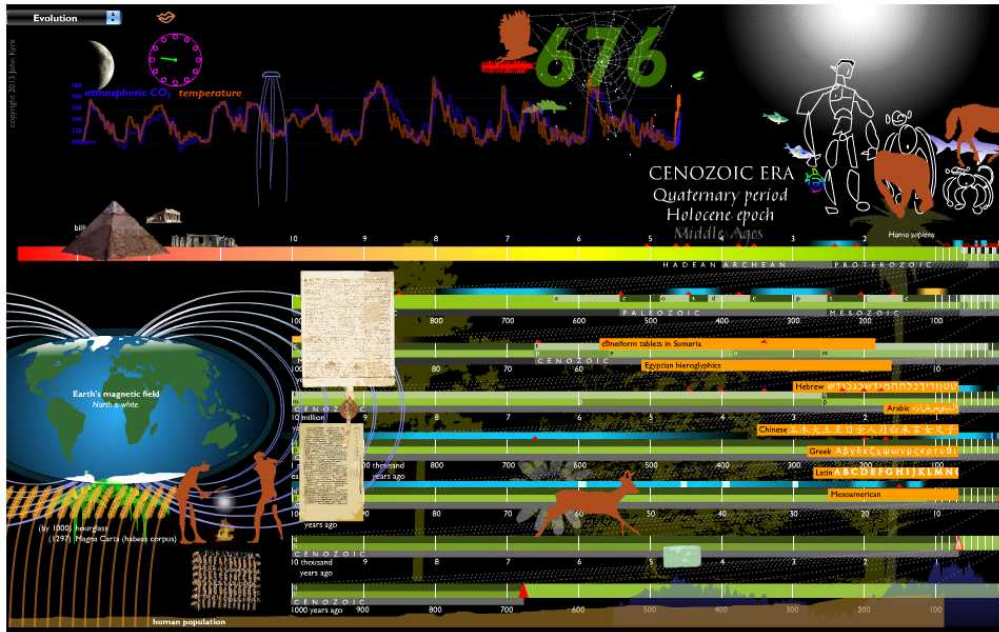
[그림 64] 진화 관련 시각화 사례: Isotopic Dating
Isotopic Dating 스크린 캡처

○ 웹사이트:

http://www.regents-earthscience.com/uploads/2/2/8/7/22878562/flash_isotope_dating.swf

○ 주요 정보: 생명의 진화, 지구의 나이에 대해 플래시 파일로 이미지 플레이 진행

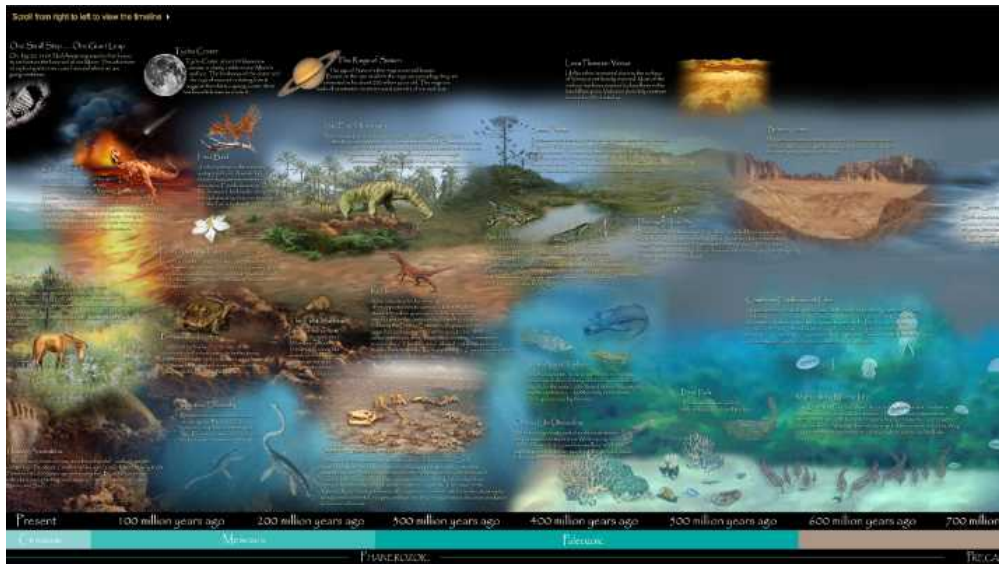
⑧. UNIVERSAL TIME SCALE



[그림 65] 진화 관련 시각화 사례: UNIVERSAL TIME SCALE
UNIVERSAL TIME SCALE 스크린 캡처

- 웹사이트: <http://www.regents-earthscience.com/>
- 주요 정보: 사이트에 포함 된 다양한 인터랙션 기능이 있다. 시뮬레이터를 활용한 가상의 교과서 비디오 자습서와 같은 정보를 포함하고 있다. 빨간색 삼각형 아이콘을 슬라이드하면 빅뱅 이후 우주에서 발생한 대규모 사건들을 볼 수 있다.

⑨. Evolution Of Our Solar System



[그림 66] 진화 관련 시각화 사례: Evolution Of Our Solar System
UNIVERSAL TIME SCALE 스크린 캡처

○ 웹사이트:

<http://www.lpi.usra.edu/education/timeline/introduction.shtml>

- 주요 정보: 사이트에 포함 된 다양한 인터랙션 기능이 있다. 시뮬레이터를 활용한 가상의 교과서 비디오 자습서와 같은 정보를 포함하고 있다. 빨간색 삼각형 아이콘을 슬라이드하면 빅뱅 이후 우주에서 발생한 대규모 사건들을 볼 수 있다.

6.2.2. 분류 Grouping

진화의 시간적 특성을 잘 나타낼 수 있도록 정확한 분류체계에 의해 구성 요소와 데이터 등을 유사한 형태로 분류하는 단계이다. 시간 순서에 따라 나열된 진화와 관련된 데이터를 생명체의 비율 정보, 생물의 진화 정보, 환경 변화 정보 등 대량전멸과 연관된 정보들을 그룹으로 나누어 정리하였다. 그리고 주기적 대량전멸과 태양계의 은하계 장축면 진동 이동 경로에서 알 수 있는 의미에 따라 주기적 시간 단위로 구분하였다.

6.2.2.1 생명체의 비율 정보

대량전멸은 지구의 역사에서 여러 번에 걸쳐 일어났고 그에 따른 다양한 생명체들이 전멸하거나 감소하게 되었다. 1982년 잭 셉코스키 와 데이빗 라우프에 의해 다섯 가지 대량전멸에 대한 논문이 발표되었다.

'5대 대량전멸'(5 mass extinction)은 많은 연구와 데이터 분석, 그리고 통계적 실험 결과를 통해 아직까지도 연구 진행중에 있지만 상대적으로 대표할 수 있는 전멸의 사건들로 간주된다.

첫 번째 대량전멸은 오르도비스기에서 실루리아기로 넘어가는 시기인 4억 4000만년~4억5000만년 사이에 발생하였으며 두 가지 사건으로 인해 27%의 과, 57%의 속이 전멸하였다. 게다가 전멸된 속의 비율을 따지면 지구 역사에서 다섯 번의 대량전멸 중에 두 번째로 거대한 전멸로 여겨진다. 두 번째 대량전멸은 데본기에서 석탄기로 넘어가는 시기인 3억 6000만년~3억 7500만년으로, 데본기 말 프레스니안 시대의 끝에, 지속적인 전멸의 연속은 19%의 과, 50%의 속, 그리고 70%의 종의 전멸을 가져왔다. 이 전멸은

약 20MY동안 지속되었으며 이 기간 내에 전멸이 주기적으로 이루어졌다는 증거가 있다. 세 번째 대량전멸은 페름기에서 트라이아스기로 바뀌는 시기인 2억 5100만년 전으로 가장 거대한 전멸로 곤충을 포함하여 57%의 과, 83%의 속이 모두 전멸하였다. 식물의 증거는 불분명하지만 새로운 분류군이 전멸 후 지배적인 형태를 나타내었다. “거대한 죽음”은 진화적으로 엄청난 효과를 가져왔다. 지상에서는 포유류 과의 과충류가 최고의 위치에서 떨어졌고, 그 비어있는 위치를 지배과충류가 부상하여 차지하였다. 바다에서는 고착동물의 수가 67%에서 50%로 떨어졌다. 네 번째는 트라이아스기에서 쥐라기 시대로 바뀌는 시기로 23%의 과, 48%의 속이 모두 전멸하였다. 대부분의 공룡이 아닌 지배과충류, 수궁류, 거대한 양서류가 없어졌고, 육지에서의 공룡들 간의 경쟁이 매우 줄어들었다. 지배과충류는 수중환경에서 계속적으로 지배적인 위치에 있었고, 이궁류는 바닷속 환경에서 지배적이었다. 마지막 대량전멸은 백악기 시대로 K-Pg(백악기-제3기) 전멸이라 부르고 있으며, 마아스트리치안기 말에 일어나 17%의 과, 50%의 속, 75%의 종이 전멸하였다. 바다에서는 꽃자루가 없는 생물이 33%로 감소하였으며 대부분의 날지 못하는 공룡들은(공룡의 후예인 새를 제외함) 이 시기에 전멸되었다. 또한, UC Berkeley 물리학자 물러(R. A. Muller)는 많은 추정 결과에 의하면 전멸 현상이 2,600만년에서 3,000만년마다 일어나며, 종 다양성이 6,200만년을 주기로 변동한다는 것을 주장하고 있다. 그 예로 태양과 쌍으로 변동하는 별이 은하 상에 있다는 이론과 같이, 다양한 이론들이 이 주기성을 설명하려고 시도하였다.¹⁰¹⁾

101) https://en.wikipedia.org/wiki/Extinction_event. 수정인용

6.2.2.2 생명체의 진화 정보

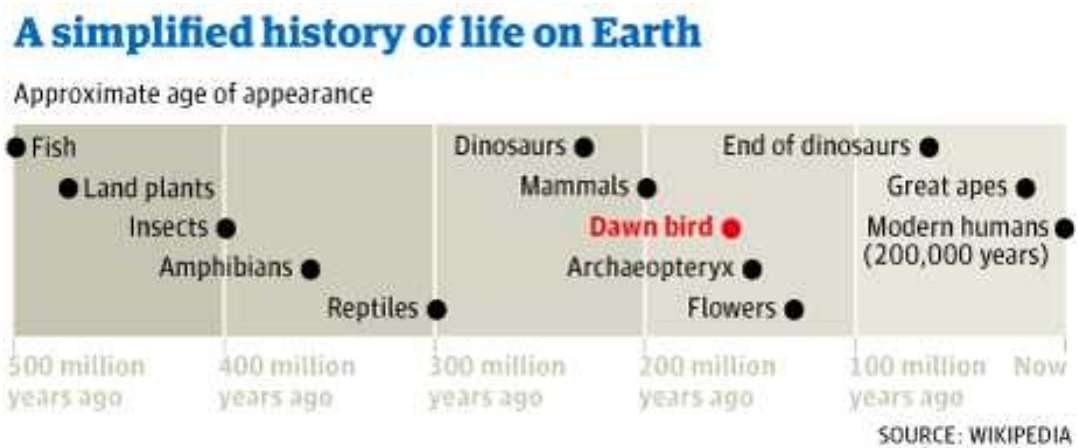
지구의 역사는 지구가 형성된 이후 현재까지의 역사를 설명하고 있다. 지구가 태양계의 일원으로서 탄생한 것은 지금으로부터 약 45억 년 전이다. 최초의 지구 내부가 핵, 맨틀, 지각으로 나뉘는 과정에서 최초의 해양이나 대기를 형성하였다. 지구상에 최초의 생명이 출현한 것은 약 30억 년 전쯤이다. 생명이 출현할 때까지의 지구의 상태를 생각할 자료는 극히 적으므로, 운석, 운철(隕鐵) 따위의 자료나 다른 천체의 성질 등에서 추정하고 있다. 생명이 출현한 뒤부터 지구의 연대는 생물이 발달한 단계에 선캄브리아기(先cambria), 고생대(Paleozoic), 중생대(Mesozoic), 신생대(Cenozoic)로 나뉘고, 각 지질 시대는 더욱 세분화된 연대로 구분된다. 이들 시대에 일어났던 갖가지 변동에 의하여 오늘날의 대륙과 해양이 완성되고, 생물계에는 점차로 고등생물이 출현하여 마침내 인류의 탄생을 보기에 이르렀다.

102)

지구의 생성과 역사적 흐름을 한눈에 보고 이해하기란 그리 쉬운 일은 아니다. 45억년의 긴 역사 속에서 인류는 단지 0.004%만 존재해 왔다. 시간의 흐름 속에서 생명의 진화와 끊임없는 사건의 연속은 다양한 종의 변화와 환경의 변화를 야기했다. 24억 년 전에 산소를 배출하는 광합성 생물이 출현했고, 20억 년 전에는 단세포 생물에서 보다 발전한 진핵생물이 출현했다. 12억 년 전에는 일부 생물체를 시작으로 암수가 나뉘기 시작했고 자손을 만들기 위한 본격적인 짝짓기의 시작으로 접어든 것이다. 3억 7500만 년 전 바다에 살던 어류가 육지로 올라왔고 3억 2000만 년 전 파충류가 등장하는 시기를 거치면서 조류와 포유류의 진화 속에서 지구의 역사는 이어져 갔다. 선캄브리아기, 고생대, 중생대, 신생대로 나뉘는 지질 시대는 더욱 세분화된 연대의 구분이다. 이러한 기나긴 시간의 흐름을 인식하는 것은 지구의 역사와 진화를 이해하고 시각화하는 부분으로 표현의 어려움을 겪고 있다. 진화는 과거에서 현재에 이르는 생명의 변화를 이야기하고

102) 위키백과 <https://ko.wikipedia.org/wiki/지구의역사>

있고, 오랜 시간에 걸쳐 지속적으로 환경적 영향에 대응하여 살아남기 위한 생명의 본능이다. 지구의 생성과정과 생명의 진화 과정을 시간 흐름에 따라 시각화하여 시대에 따른 생물학적 변화와 환경적 변화와의 연관성을 이해할 수 있도록 한다.



[그림 67] 지구 생명체의 발달 과정¹⁰³⁾

6.2.2.3. 환경 변화의 정보

2001년 매클리오드(MacLeod, N)에 의하면 대량전멸의 원인들로 주로 언급되는 사건들과 대량전멸의 관계를 정리하였다.¹⁰⁴⁾

¹⁰³⁾

<https://www.theguardian.com/science/2013/may/29/early-bird-dawn-archaeopteryx-aurornis-xui>

¹⁰⁴⁾ <https://ko.wikipedia.org/wiki/대량전멸>

○ 화산 폭발: 11회 발생, 모두 전멸사건과 관련이 있다.

화산 폭발은 긴 휴면기를 거치며 단기간에 일어나기 때문에 기후가 추워졌다 더워지는 등 진동하도록 영향을 줄 수 있으나, 긴 시간동안 이산화탄소가 축적됨에 따라 결국에는 기온이 올라가도록 만든다. 거대한 화산폭발이 백악기 말, 페름기 말, 트라이아스기 말의 전멸을 야기했거나 전멸에 기여했다고 추측된다.¹⁰⁵⁾

○ 해수면의 변화: 12회 발생, 그 중 7회만이 전멸사건과 관련이 있다.

해수면의 하강은 전 세계에서 동시에 해저가 조간대로 변화하고, 해변이 육지로 변화하며 지질학적으로 그 지역의 지층이 조산운동과 같이 융기한 증거가 없는 현상을 의미한다. 해수면 하강은 바다에서 가장 생산적인 지역인 대륙붕을 감소시켜 대량전멸의 원인이 될 수 있다. 또, 기후 패턴을 붕괴하여 육지에서의 전멸을 일으킬 수 있다. 해수면 하강은 “5대 전멸”(오르도비스기 말, 데본기 말, 페름기 말, 트라이아스기 말, 백악기 말)을 포함한 거의 모든 대량전멸과 관련이 있다.¹⁰⁶⁾

○ 운석 충돌: 운석 충돌 사건이 대량전멸과 관련이 있다.

거대한 운석이나 혜성의 충돌은 먼지와 에어로졸을 생성하여 광합성을 방해하기 때문에 육지와 해양에서 모두 먹이사슬을 붕괴시킬 수 있다. 황이 풍부한 운석들의 충돌은 산화황을 발생시켜 독성 산성비를 내려서 결국 먹이사슬의 붕괴에 기여하게 된다. 또, 이런 충돌은 메가쓰나미와 전 세계적 산불을 일으킬 수 있다. 많은 고생물학자들은 6500만 년 전 운석이 지구에 충돌했다는 데에 동의한다.¹⁰⁷⁾

105), 106) 대량전멸. 위의 웹사이트

107) 대량전멸. 위의 웹사이트

○ 지구 냉각화

지구 냉각화가 오랜 기간 지속되면 극지방에 사는 생물체들이 전멸될 수 있으며, 온대기후에 서식하는 생물들이 적도로 이동하게 된다. 이로 인해 열대기후에 사는 생물들의 서식지가 줄어들게 되고, 물이 눈이나 얼음의 형태로 저장되면서 전 세계적으로 기후를 더욱 건조하게 만들게 된다.

지질학적 연구는 교수와 연구자에 따라 다양한 이론이 주장되고 있고 과학적 원리와 생명의 진화와 연관성을 논리적으로 접근시키려는 분석과 연구는 계속 진행 중에 있다. 정보 시각화를 통해 환경적 변화와 생명체의 감소 비율에 대해 이해할 수 있도록 한다.¹⁰⁸⁾

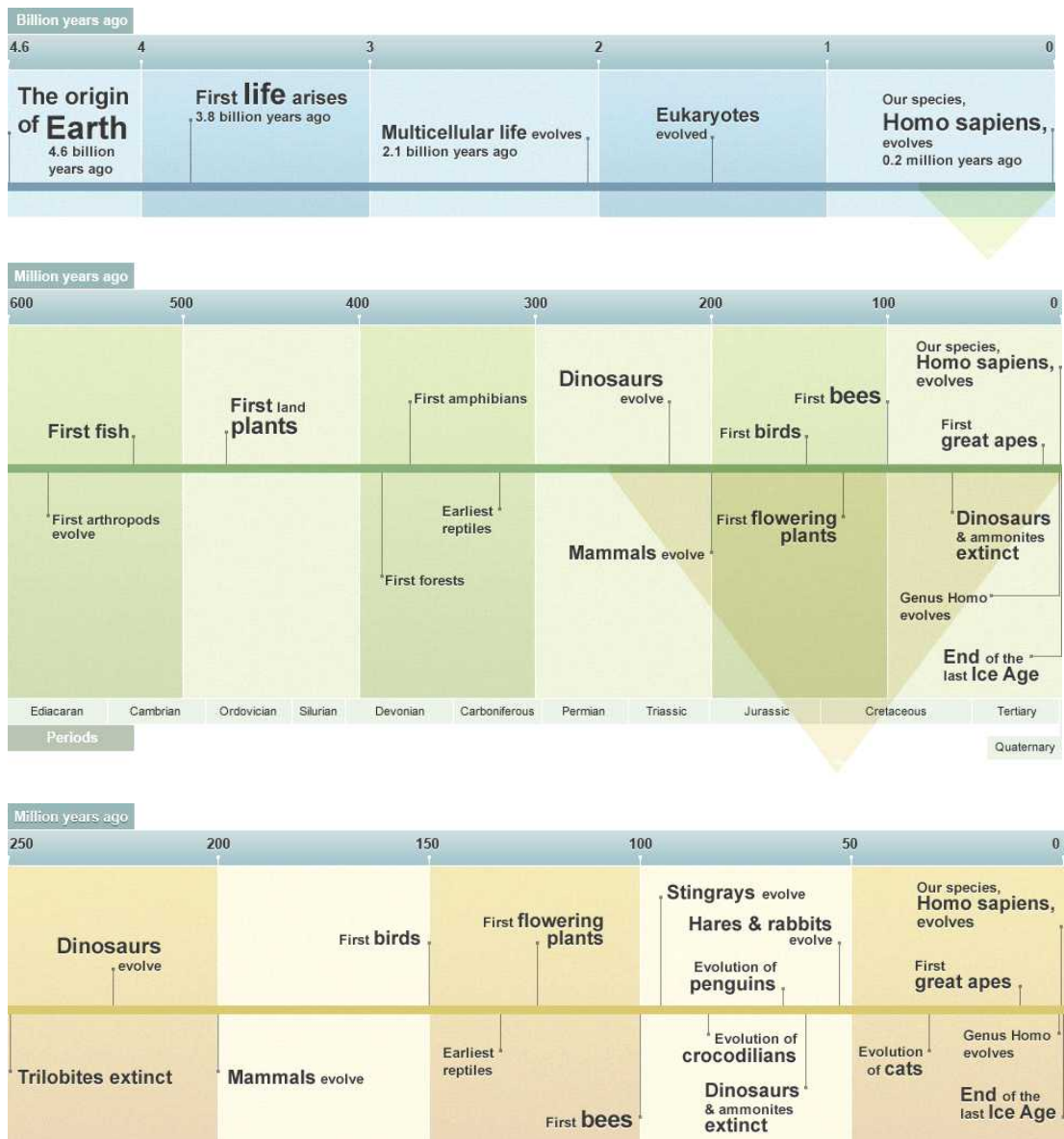
6.2.3. 배열 Arranging

6.2.3.1. 시간/시대 구분

대량전멸의 주기와 시기를 이해하기 위해 데이터 변화에 따른 시간을 구분 짓도록 한다. 대량전멸에 따른 생물체의 개체수는 변화를 반복했기 때문에 시간과 시대를 명확하게 설정하는 것이 우선시되어야 하며 시간의 분류를 통해 대량전멸의 주기적 발생을 이해할 수 있다.

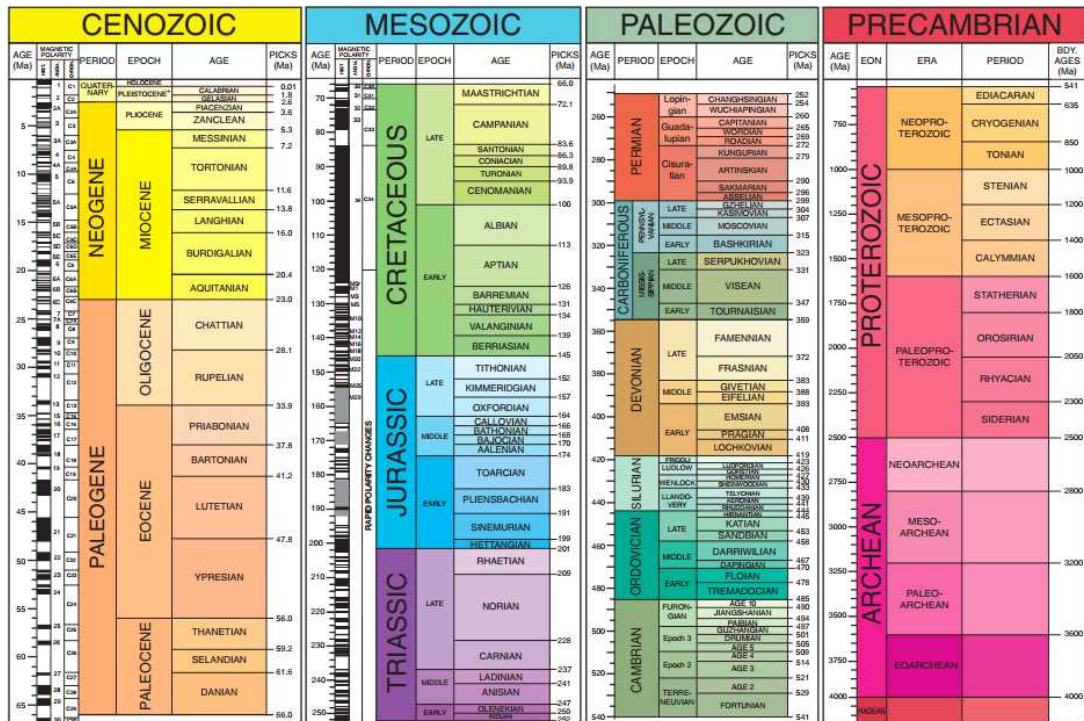
시간 구분은 지구의 연대 별 생물의 발달 진화 단계[그림 68]와 지질 연대표(Geologic Time Scale) [그림 69] 등의 데이터를 토대로 시간과 시대를 구분하기 위한 시점을 참고하였다.

108) 대량전멸. 위의 웹사이트



[그림 68] 생명체의 진화 단계¹⁰⁹⁾

109) http://www.bbc.co.uk/nature/history_of_the_earth



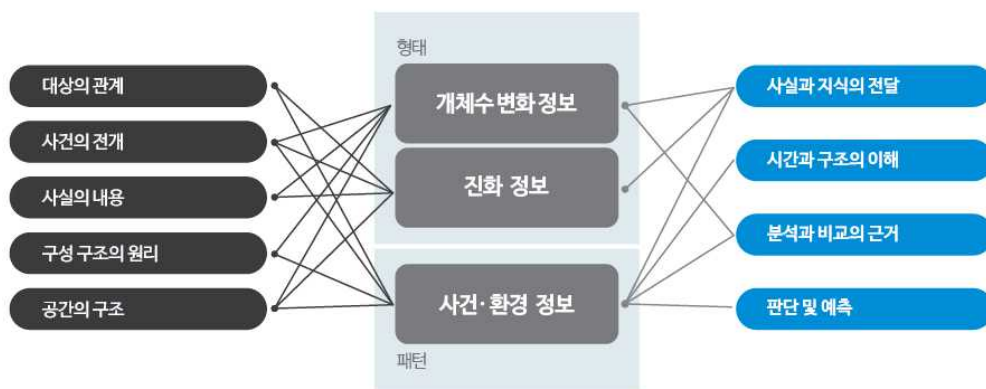
[그림 69] Geologic Time Scale¹¹⁰⁾

6.2.3.2. 정보시각화의 목적 설정

본 작품의 목적은 주기적 시간과 관련된 데이터 시각화를 통해 시간의 특성을 이해하고 주기적 정보를 시각화하고자 함이다. 진화와 주기적 시간과 관련된 정보는 형태 정보와 패턴 정보 그룹으로 분류할 수 있으며 이러한 분류는 다양한 이해를 하는데 도움을 준다. 개체수 변화 정보는 시간의 흐름에 따른 주기적 사건 발생과 연관된 개체수 감소 비율을 비교 분석할 수

110) <http://www.geosociety.org/science/timescale/>

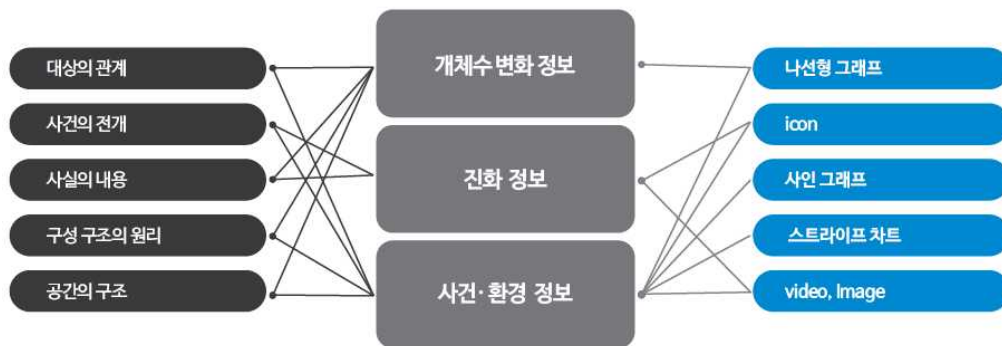
있게 한다. 그리고 진화의 정보는 시간의 흐름에 따른 지구 생명체의 탄생을 시작으로 생물학적 변화가 어떻게 발달해 왔는지의 진화 과정을 알 수 있게 한다. 또한 사건·환경 정보는 주기적 사건 발생에 따른 환경적 영향과 그에 따른 데이터의 패턴을 알 수 있게 한다. 이러한 정보군은 시간의 흐름 축에 맞춰 정리하여 복합적인 판단과 예측을 가능하게 한다.



[표 7] 정보 그룹에 따른 정보시각화의 목적 설정

6.2.3.3. 정보 시각화의 방법 설정

정보를 유사한 특성으로 무리지어 구분하는 것은 각 정보의 특성을 잘 인지할 수 있도록 도와주며 정보를 시각화하기 위한 방법에 매우 유용하다. 이러한 유기적 관계의 설정은 데이터를 효과적으로 전달할 수 있도록 하는데 중요한 요소로 작용한다.



[표 8] 정보 그룹에 따른 정보시각화 방법 설정

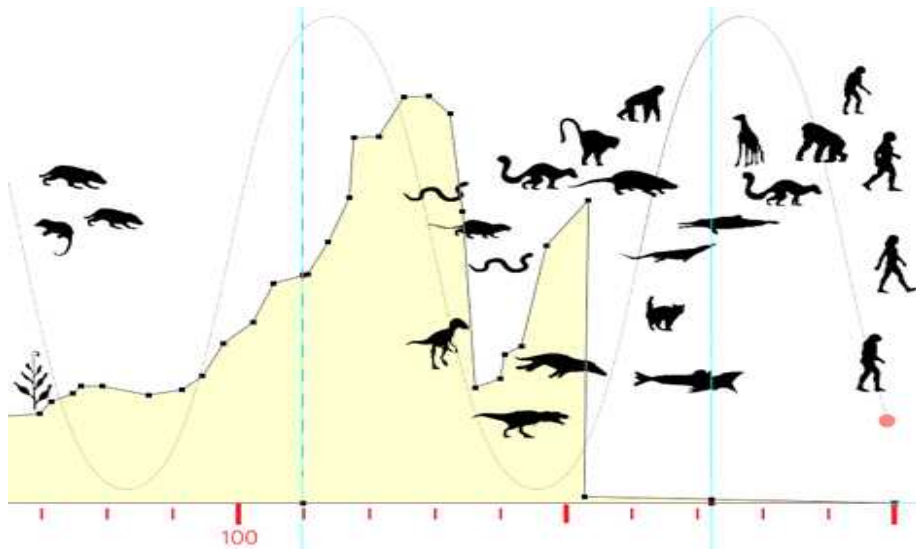
시간 관련 시각화를 위한 나선형 그래프(Spiral Graph), 사인 그래프(Sign Graph), 스트라이프 차트(Stripe chart), 아이콘(icon), 영상(video), 이미지(image) 등의 여러 표현 방법 등을 설정한 후에, 리처드 소울 위먼(Richard Saul Wurman)에 의해 고안된 구체적인 방법으로 LATCH(위치:Location, 문자:Alphabet, 시간:Time, 카테고리:Category, 위계:Hierarchy)의 다섯 분류 기준¹¹¹⁾을 활용하여 정보를 구체적으로 정리한다.

①. 위치(Location)

위치(location)는 공간과 장소에 따른 정보를 정리하는 것이다. 물리적 공간의 시각적 묘사를 보여줌으로써 정보를 구성할 수 있다. 일반적인 방법으로 쇼핑물 안내도나 지하철 노선도를 예로 들 수 있으며, 위치에 의한 구성은 일반적으로 지역과 장소 등을 표시 할 경우에 사용된다.

본 작품에서는 생명체의 생리학적 변화 시점 위치와 태양계가 은하계 장축면의 위·아래로 진동 운동하는 위치 정보를 타임라인과 연관시켜 위치시킨다.

111) 오병근, 강성중 지음. 정보디자인교과서. 안그라픽스. 2008. p.83-84

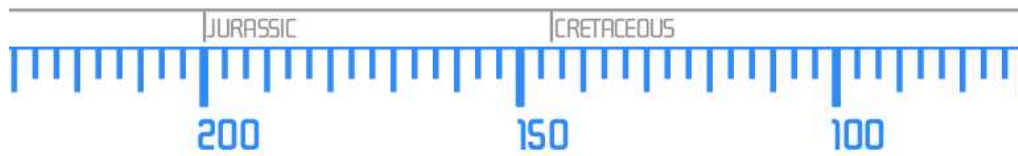


[그림 70] 시간별 생명체의 변화 위치와 태양계 이동 위치
태양계 이동(사인 그래프/sign graph), 지구의 환경변화 그래프(선 그래프/line graph),
대량전멸의 주기(수직선))

②. 문자 (Alphabet)

문자는 숫자, 알파벳 한글의 가나다순 등 명칭을 토대로 정보를 정렬하는 것으로, 사용자가 특정 용어나 주제를 찾을 수 있도록 많은 양의 정보를 언어적 순서를 기준으로 정렬하는 방법이다. 다른 강력한 정렬 방법이 없을 때 데이터를 정리하는 좋은 방법으로 방대한 정보를 찾아보기 쉽도록 조직화 할 때 유용하다. 사전이나 전화번호부 등 많은 정보를 정확하게 찾을 수 있도록 분류하는 경우에 유용하다.

본 작품에서는 시간의 순서, 시대의 흐름을 연대순으로 정리한다.

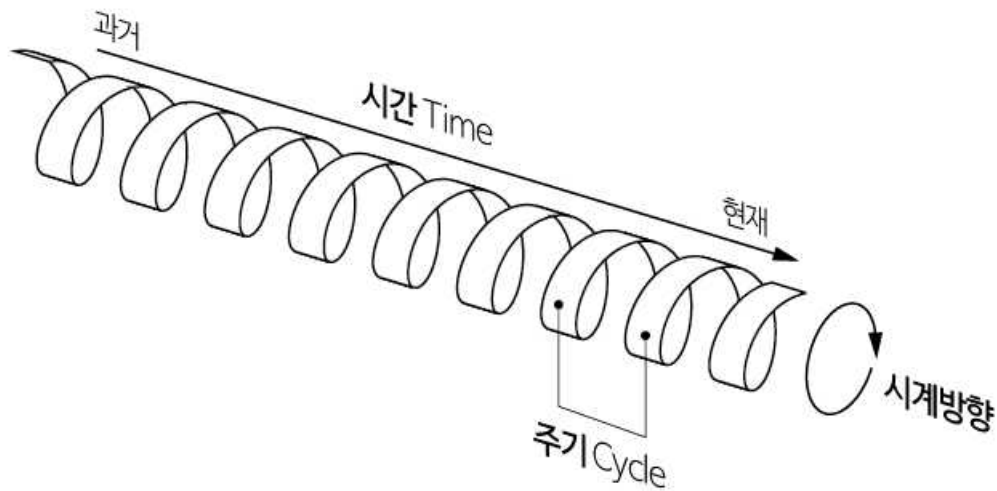


[그림 71] 시간의 순서, 시대 흐름의 연대순 표

③. 시간 (Time)

사건이 발생한 달(month)이나 년(year)으로 정보를 전달하고자 할 때 유용한 데이터 정렬 방법이다. 일정 기간 동안에 발생한 사건을 시간의 순서에 따라 정렬하는 방법으로 생명의 진화 과정이나 매미가 알에서부터 성충으로 변화하는 과정을 시간 순으로 정렬하는 것을 예로 들 수 있다. 다른 방법에 비해 시간에 따라 정보를 정렬하게 되면 매우 다양한 이야기를 시각화 할 수 있다. 연표나 캘린더, 스케줄과 같이 시간 축으로 중요한 정보를 파악할 때 유용하다.

본 작품에 사건의 순서는 인간의 일반적 시간 흐름 인식에 따른 좌에서 우측을 향하는 시간 방향과 일반적인 시계 방향 개념을 통해 과거에서 현재에 이르는 시간의 연속성과 방향성에 의해 정리한다.



[그림 72] 나선형 정보디자인의 시간의 흐름 구조

④. 카테고리 (Category)

정보를 정리하는 방법 가운데 가장 광범위한 영역으로 일관된 하나의 분야 가운데 장르나 카테고리별로 나누어 그룹화하거나 조직화하는 방법이다. 이것은 어떠한 요소를 기준으로 그룹화 하는가가 중요한 요소이다. 정보 분류에 편리한 방법으로 서점에서는 일반적으로 서적을 분야별로 나누고 있다. 예를 들어, 과학분야, 인문분야, 예술분야 등의 형식이다. 분류한 그룹을 색으로 분류하면 높은 효과를 얻을 수 있다.

본 작업에서는 사건 발생에 따른 패턴을 주기적 시간과 관련된 데이터 정보로 분류하였고, 생명체의 생물학적 진화 과정, 그리고 종의 개체수 감소 비율을 비롯한 환경적 변화에 따른 데이터 정보를 나누어 구분하였다.

⑤. 위 계(Hierarchy)

데이터의 값, 중요도 순서, 또는 정보의 가중치나 우선순위에 의해 정보를 정리하는 방법이다. 큰 것에서 작은 것, 무거운 것에서 가벼운 것, 그리고 비싼 것에서 싼 것 등 중요도에 따른 순서를 정도에 따라 분류한다. 정보의 가치나 중요도를 시각화 하고자 할 때 유용하다. 분야별 분류와 다르게 수치와 단위에 따라 정도의 규모를 명확하게 보여줄 수 있다.

본 작품에서는 주기적 시간과 대량전멸에 의한 생물의 정보는 중앙에 위치시키고, 은하계를 중심으로 움직이는 태양계의 진동 주기와 환경적 변화에 따른 데이터의 증가폭 수치를 순서적으로 정렬한다.

6.2.3.4. 기술구현 설정

	구분	내용/효과
1	주기적 데이터 활용	시간의 특성 및 주기적 정보의 시각화
2	나선형 활용	연속적/ 주기적 데이터 비교·분석을 통한 미래에 대한 예측 가능
3	인터랙션 적용	직관적 경험을 통한 쉬운 접근과 시간 단위의 개념 이해
4	내러티브한 정보 전달	과학적 맥락의 지구 역사와 진화의 내용 전개
5	교육 콘텐츠	교육 목적의 박물관, 박람회 등의 정보 활용 및 체험
6	미디어 활용	이미지, 동영상을 활용한 정보 전달

[표 9] 작품 개발을 위한 기술적용

6.3. 정보시각화

6.3.1. 그래픽 요소

색상, 채도, 명도, 질감, 형태, 위치, 방향, 크기와 같은 그래픽 요소는 정보의 시각화 표현을 가능하게 하는 기본 요소이다. 그래픽 요소는 정보의 내용을 시각적 형식으로 전환하여 전달과정에서 사용자의 감각을 자극시킨다. 이때 지각 시스템을 작동시켜 정보가 쉽게 이해되도록 시각적 안내 역할을 한다. 그래픽 요소는 우리 눈의 망막에서 작용하는 변수(retinal variables)라고도 할 수 있는데, 이는 별도의 인지적 과정 없이 망막 상에서 모든 것이 지각됨을 의미한다.¹¹²⁾ 사용자가 시각화된 정보를 다시 재가공된 정보로 인식하고 해석하기 위해서는 지적 능력이 요구되는 부분이다. 이처럼 그래픽 요소는 인지적 과정을 거쳐 이해되는 수치적 정보와는 다르게 감각적이고 지각적인 과정을 통해 받아들이게 됨으로써 정보를 보다 빠르게 인식할 수 있으며 쉽게 이해할 수 있도록 한다.

6.3.1.1. 형태에 의한 그래픽 변수

①. 점

점의 가장 큰 특징은 시선의 주목을 끌 수 있다. 공간 속에서 점은 주위의 다른 형태와 공간과 연관되어 기준점과 위치를 제공한다. 또한 점은 주위 공간과 연관성을 갖는다는 것이다. 점의 비율과 주위의 공간은 밀접한 연

112) 오병근, 강성중 지음. 정보디자인교과서. 안그래픽스. 2008. p.157-158

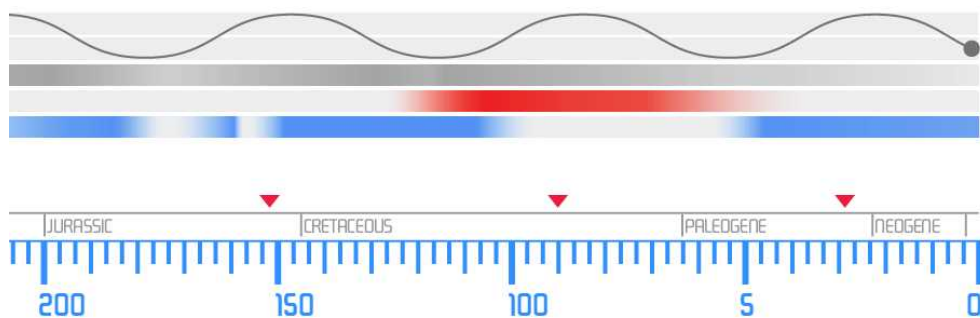
관 관계를 갖고 있다. 예를 들어, 흰 여백에 놓인 점은 시각적 주목을 받는다. 중앙에 배치된 점은 정적인 반면, 중심에서 벗어난 비대칭적인 점의 배치는 동적이고 활동적인 인상을 주며 주위 공간에 영향을 미친다.

본 작품에서는 시간의 단위를 구별할 수 있는 위치적 역할과 태양계의 위치를 가늠할 수 있는 요소로 활용하였다.

②. 선

선은 두 점을 연결하여 나타나며 길이를 가지고 있다. 선의 특성은 연결성과 단일성에 있다. 두개의 점은 연결지점을 가지고 있다. 다른 공간에 점이 위치하는 경우, 선은 움직임과 방향성을 갖게 되는데 어느 한 방향이나 끝부분으로 시선을 유도한다. 이러한 선의 동적인 특성은 움직임과 방향을 나타내며 공간 속에서 어느 한 지점으로 부터 다른 지점을 향하는 방향성을 갖는다.

본 작품에서는 길이를 통해 시간의 연속적인 흐름과 함께 방향성을 나타내는데 사용하였다. 또한 태양계의 이동 경로와 위치를 제공하기 위해 선을 사용하였다.

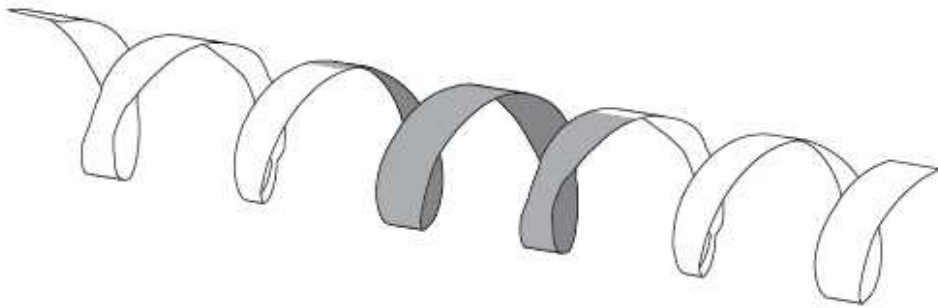


[그림 73] 점과 선의 그래픽 변수

③. 면

면은 선과 다르게 시간의 흐름에 따른 양적 변화를 시각화할 때 활용된다. 면은 개념적으로 2차원의 영역에서 길이와 넓이를 가지고 있는 평평한 표면으로 시각적 질량과 무게를 가진다. 이 시각적 질량과 무게는 면적의 크기와 단순성 또는 복잡성에 따라 결정된다. 또한 면적의 변화는 데이터의 차이를 비교할 수 있도록 도와준다.

본 작품에서는 시간의 연속적 흐름에 따른 생명체의 개체수 비율을 정보의 양(quantity)에 따른 변화량을 표현하는데 사용하였다.



[그림 74] 면의 그래픽 변수 시각화

6.3.1.2. 색채에 의한 그래픽 변수

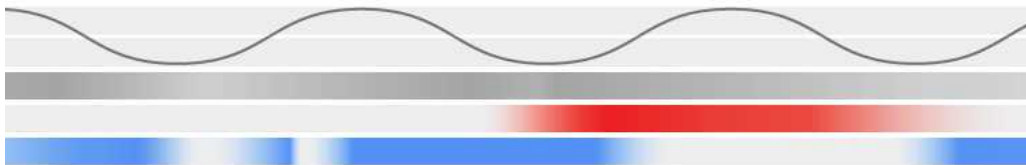
①. 색상

색상은 정보 전달 과정에서 정보와 기능을 구분하고 그룹화 하는데 사용된다. 또한 색상의 '순차적 색상 척도'를 활용하여 데이터의 변수를 나타내는 데 사용된다. 일반적으로 짙은 색상이 높은 수치를, 옅은 색상이 낮은 수치를 나타내는 데 사용된다. 척도를 만들 때는 고채도의 색상을 하나 선택하고 점점 채도를 줄여 사용하면 된다.¹¹³⁾

대량전멸에 따른 생명체의 개체수의 변화량 표현과 타임라인의 연관관계를 나타내는 영역을 색상별로 구분하였다. 또한 지구의 환경 변화에 따른 대기 중 CO2량(CO2), 지구의 온도(Earth's Temperature), 그리고 빙모의 규모(Ice Cap, 두꺼운 얼음 층) 등에 대한 환경적 변수를 색상 구분과 순차적 색상 척도를 활용하여 이해도를 높였다.

②. 명도, 채도

데이터의 연관 관계를 시각화하기 위해 대기 중 CO2량, 지구의 온도, 그리고 빙모 규모에 대한 데이터 변화를 비교 또는 강조하고 시공간적 입체감을 극대화하기 위해 명도와 채도의 변화를 사용하였다.



[그림 75] 그래픽 변수에 따른 색상, 명도 및 채도의 변화

113) <http://visualoft.kr/정보디자인과-색상-순차적-색상-척도/>

6.3.2. 인터페이스 Interface

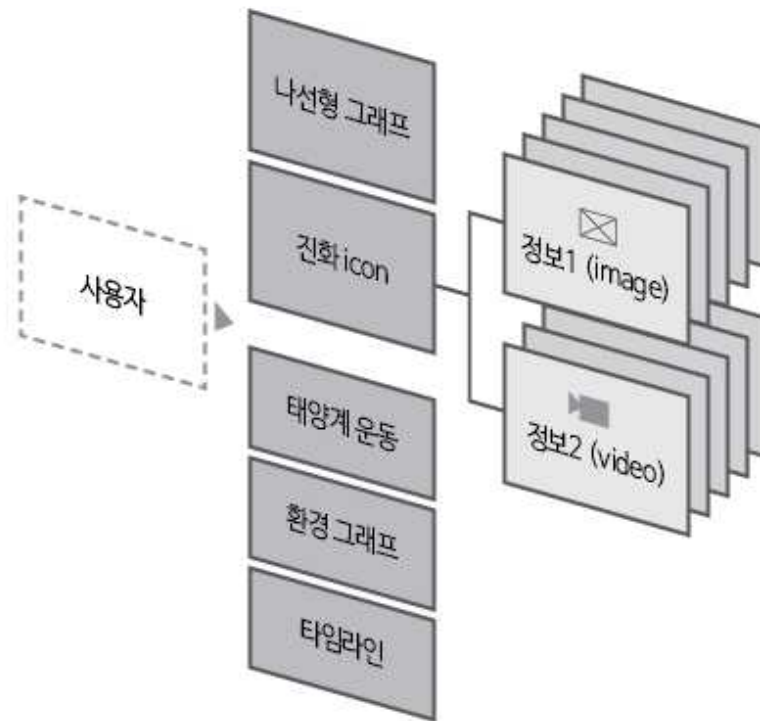
6.3.2.1. 정보 구조(Information Architecture)

본 작품은 대량전멸 사건과 진화를 통해 주기적 시간 관련 데이터를 시각화하고 있다.

주기적 대량전멸과 그에 따른 진화의 과정은 나선형 시간 구조의 시각화로 알 수 있으며 주기적 사건 발생과 생명체의 변화 추이와 비교를 통해 패턴을 볼 수 있도록 하였다.

주기적 사건을 나타내는 패턴 및 진화 영역과 환경적 변화 요인을 나타내는 영역을 구분하여 다이어그램으로 표현하였다. 주기적 패턴은 생명체의 개체수 변화와 주기적 대량 전멸에 대한 데이터를 나선형으로 표현하여 반복적인 패턴을 알 수 있게 하였다. 특히, 패턴 안쪽에 위치한 진화 영역에는 생물학적 변천과 발달 과정을 거친 생명체의 아이콘으로 나타내었고 이미지나 영상 정보를 활용하여 사용자가 좀 더 효과적이고 학습에 도움이 되는 정보를 습득할 수 있도록 하였다.

또한 환경적 변화 영역에는 시간의 흐름에 따른 태양계의 진동 주기와 지구의 환경 변화에 대한 내용을 그래프로 나타내어 대량전멸과 환경적 요인의 연관성을 시각적으로 나타내었다.

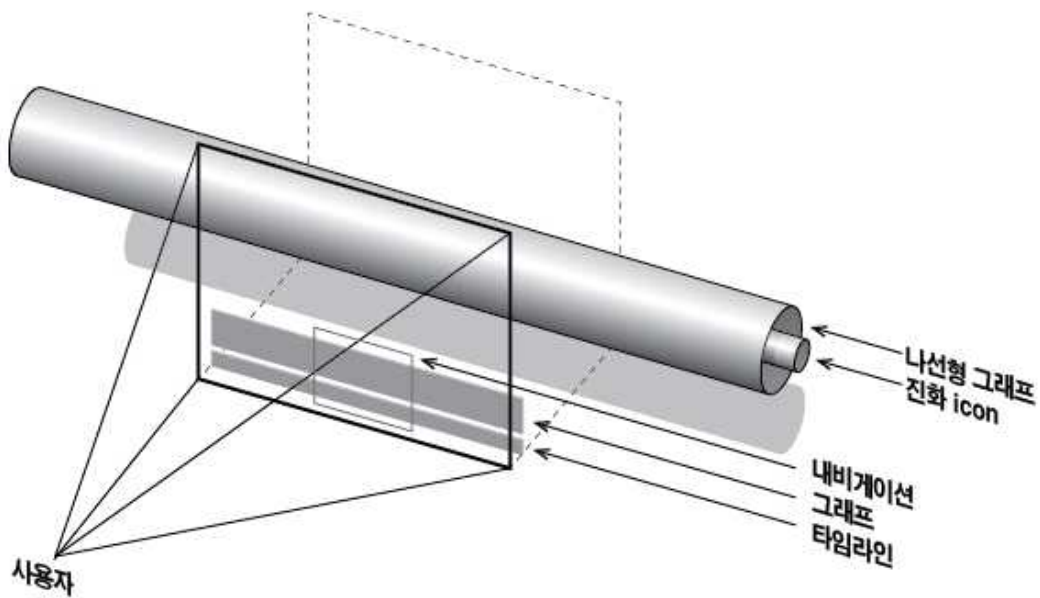


[표 9] Information Architecture (IA)

6.3.2.2. 레이아웃(Layout)

본 작품은 스크린을 활용한 콘텐츠로 Full HD 사이즈인 1920X1080 해상도에 맞춰 최적화 하였으며 인터페이스의 구성은 나선형 그래프와 진화 icon, 그리고 환경 변화 그래프와 타임라인으로 구성하였다. 수평을 축으로 한 타임라인과 입체적 나선형 구조의 그래프는 연속적 시간의 흐름과 주기적으로 발생하는 사건을 비교할 수 있도록 도와주고 있으며, 나선의 회전 방향과 원리는 시계의 물리적 진행방향과 동일한 방향성을 보여준다. 또한 나선의 회전과 그로인한 나선 그래프의 양적 변화량은 주기적 정보

와 패턴을 시각적으로 경험 할 수 있도록 시각적 정보를 제공하며 타임라인 상의 사각 프레임은 내비게이션으로, 현재 사용자가 위치한 지점을 나타내는 보조적 역할을 한다.



[그림 76] Interface Layout

6.3.3. Interaction

사용자와 미디어 사이의 상호작용을 통해 자유로운 콘텐츠 접근과 이용을 위해서는 서로간의 커뮤니케이션 방식이 필요하다. 사용자는 인터랙션을 활용한 커뮤니케이션을 통해 정보를 습득하고 학습의 효과를 극대화 한다.

본 작품의 효과적인 사용을 위해 인터랙션의 방법과 기능을 사용자 행동과 함께 아래와 같이 정리하였다.

- ① 화면상에서 입체적 나선형 그래프와 환경 변화에 대한 정보 그래프의 중앙 부분을 화면에서 볼 수 있다.
- ② 핑거 제스처(Finger Gesture)를 통해 나선형 그래프를 좌·우로 움직여 원하는 시간으로 빠르게 이동 할 수 있다.
- ③ 나선형 그래프를 위·아래 방향 컨트롤함으로써 세부적인 시간의 위치를 조절 할 수 있다. 나선의 세부적 컨트롤에 따른 시간의 이동/변화는 시계 방향(위)과 반시계(아래) 방향의 시간 진행 원리에 따라 이전과 현재의 시간을 조절 할 수 있다.
- ④ 나선형 그래프 안쪽에 위치한 생명체의 icon은 생명체의 진화 과정을 나타내며 생물학적 변화에 따른 정보를 볼 수 있다.
- ⑤ icon 터치를 통해 생명체의 생물학적 변화에 따른 진화와 사건 발생에 대한 상세한 정보를 이미지(image)나 동영상(video)을 통해 추가적으로 볼 수 있다.
- ⑥ 나선형 그래프 아래쪽에 위치한 그래프는 태양계의 주기적 진동운동과 대기 중의 CO₂량, 지구의 온도, 그리고 빙모 규모에 대한 그래프로 환경적 변화에 따른 정보를 볼 수 있다.
- ⑦ 타임라인과 사각 프레임은 내비게이션의 역할로, 현재 사용자가 위치하고 있는 시대를 알려준다.
- ⑧ 대량전멸의 주기적 패턴을 관찰 할 수 있고 주기적 정보 간의 비교 분석으로 미래에 대한 예측을 할 수 있다.

6.4. 사용자 콘텍스트(context)

사용자가 정보를 접하고 그 정보를 바탕으로 의사결정을 할 때 미치는 영향이 사용자 콘텍스트(context)이다. 사용자 콘텍스트는 정보의 전달 과정에서 사용자가 정보를 처음 접할 때 발생하는 지각적 단계와, 정보에 대한 해석의 과정인 경험적 단계, 해석을 바탕으로 정보를 받아들이는 판단적 단계로 구분할 수 있다.¹¹⁴⁾

미디어를 통해 전달되는 정보량과 사용자와의 상호작용이 활발한 요즈음에는 사용자가 정보를 직접 경험하고 판단의 단계를 거쳐 미래를 예측해 나가는 연속적인 진행 과정으로 설명할 수 있다.



[그림 76] 사용자 콘텍스트

114) 오병근, 사용자 경험중심의 정보디자인체계 연구.서울대학교 박사 학위 논문. p.68

6.4.1. 지각 단계

우리가 사물을 지각하고 생각하려는 것은 정보를 구조화하려는 의식을 가지고 있기 때문이다. 지각은 감각으로 부터 얻어진 추가적인 정보 없이는 연결되지 않으며, 추가적인 정보는 과거의 경험이나 기억 등에 의해 이루어지거나 오감으로 부터 기억된 감각적 느낌들과 결합하여 생성된다. 지각은 경험의 증가에 따라 풍부해지고 오감을 자극함으로써 더욱 풍부해진다. 따라서 지각적 단계에서는 사용자의 오감을 자극하는 다양한 정보 제공과 정보를 인지할 수 있는 다양한 경험이 요구된다.

본 작품에서는 사용자에게 주기적 시간과 관련된 정보를 이해 할 수 있도록 반복되는 시간적 특성을 나선형 형태 구조로 표현하였고, 영상과 이미지 콘텐츠를 통한 정보 전달과 핑거 제스처(finger gesture)를 통한 시간의 직관적 경험으로 정보와 시간 개념을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 또한 주기적 데이터의 정보 구조화로 정보를 비교함으로써 미래에 대한 예측을 이끌어낼 수 있도록 하였다.

6.4.2. 경험 단계

이 경험 단계는 이전 단계인 지각 단계에서 접했던 정보에 대한 호기심과 흥미가 발생하여 그 정보에 대해 탐색하는 과정이라 할 수 있다.¹¹⁵⁾ 정보는 뇌에서 단기기억(short term memory) 또는 작업기억(working memory) 단계에서 장기기억(long term memory)으로 전환된다. 장기기억으로 형성되려면 새로운 정보를 처리하고 기억하기 쉽도록 의미부여 과정

115) 오병근, 사용자 경험중심의 정보디자인체계 연구.서울대학교 박사학위 논문. p.69

이 필요하다. 이러한 기억에 관하여 뇌는 중요한 역할을 담당한다.

경험 단계에서 사용자가 어떠한 경험을 통해 새로운 정보를 얻게 되면, 시각정보는 뇌의 시각 피질에 저장되고 청각 정보는 청각 피질에 각각 저장된다. 이때 경험에서 얻어진 새로운 정보는 하나의 기억으로 뇌에 저장되는 과정을 거친다. 그리고 뇌는 경험으로 얻어진 정보를 처리하고 조합하여 하나의 기억으로 떠올릴 수 있도록 도와준다. 사용자에게 새로운 정보를 기억하고 그 기억을 다시 끄집어내는 과정이 필요한데 분산된 정보를 쉽게 떠올리고 이해할 수 있도록 객관적이고 보편적인 심벌, 아이콘 또는 이미지 등을 사용하여 정보를 표현하는 것이 필요하다.

본 작품에서 보편적인 시간관련 데이터 시각화와 마찬가지로 확대, 축소의 기능을 부가하였으며 시간과 관련된 데이터 시각화에 대한 차별화 방안으로 핑거 제스처(Finger Gesture) 통한 시간 컨트롤로 직관적인 경험 요소를 적용하였다. 이것은 터치스크린을 활용한 콘텐츠의 사용에 대한 경험을 극대화한 것이라 할 수 있다.

6.4.3. 판단 단계

판단 단계는 경험단계로부터 기억이나 해석을 거쳐 얻은 새로운 정보의 의미 있거나 중요하다고 판단되는 정보로 인식하고 장기기억에 저장하여 활용하는 단계이다. 판단 단계는 최종적인 정보가 저장되는 장기기억 창고의 역할 뿐만 아니라, 배경, 지식, 도식 그리고 노력 등의 이해 방식에 의해 정보를 해석하고 재구성하는 단계이기도 하다. 그리고 새로운 정보가 유입될 때 장기기억 속의 정보는 새로운 정보의 의미를 해석하고 이해하기도 하지만 정보간의 상호 연관관계를 통한 정보의 조합으로 감춰진 의미를 파악할 수도 있다. 따라서 판단 단계에 저장된 정보는 긍정적으로 작용할

때 발전이나 성장의 형태로 이어진다.

본 작품의 경우 생명체의 개체수 변화와 은하계를 중심으로 한 태양계의 주기적 진동 패턴과의 연관관계를 나선형 형태의 주기적 시간 구조로 시각화하고 그와 함께 환경적 변화 정보를 시각화함으로써 주기적 대량전멸 사건을 과학적 원리로 판단할 수 있도록 하였다. 작가는 지구를 중심으로 한 달의 이동과 상호적인 현상(예를 들어, 달은 하루에 두 번 조수현상을 일으키고 그로인해 해안선은 침식되어 변화하며 바닷물의 흐름으로 인해 해안가에서 여러 변화가 생기게 된다.¹¹⁶⁾)을 이해하고 생각의 영역을 확장 시키며, 넓게는 태양계와 은하계와의 상호작용에 대한 과학적 이해에 대한 접근으로 볼 수 있을 것이다. 사용자는 나선형 시간 탐험을 통해 과거의 사건을 통한 정보 분석과 비교 판단으로 인과관계를 판단할 수 있다.

6.4.4. 예측 단계

예측 단계는 판단 단계를 마친 사용자가 과거의 정보를 근거로 미래에 대한 관심과 개인의 통찰력으로 다양한 정보와 연관시키거나 재해석을 통해 앞으로의 일을 유추해 내는 단계를 말한다. 정보는 항상 시간과 함께 연속적으로 이어지고 발전해 나가기 때문에 과거의 정보는 앞으로의 상황에 대한 예측정보를 제공한다. 주기적 패턴에서의 이러한 연결은 데이터의 정확성과 안전성을 바탕으로 새로운 정보와 예측을 도출해 낸다.

본 작품에서는 태양계의 주기적 진동 운동과 생명체의 대량전멸 데이터의 연관관계를 시각화하고 나선형 구조의 데이터 시각화를 통한 주기적 패턴을 관찰함으로써 시간의 흐름에 따른 미래에 대한 정보를 예측할 수 있다.

116) 자연과 물리학의 숨바꼭질. 이기영 p.120-121

6.5. 디자인 작품

주기적 데이터에 따른 대량전멸과 진화

6.5.1 나선형 구조의 대량전멸 시각화

주기적 시간과 관련된 데이터 시각화에 대한 정보디자인을 대량전멸과 진화라는 주제로 연관시켰다. 주기적 시간이라는 구조적 특성에 따라 나선형의 구조적 접근과 스크린 미디어를 활용한 정보 접근으로 주기적 시간의 구조와 개념을 직관적으로 이해 할 수 있도록 시각화하였다.

나선형 형태는 연속적으로 이어지는 주기적 데이터를 표현하기 위해 사용된다. 특히 나선형 시각화는 사건이 발생한 시간에 대한 전체적인 데이터의 합계만을 보여주는 것뿐만 아니라, 모든 사건이 연결된 연속적이고 주기적인 데이터를 나타내고, 이를 비교 분석함으로써 미래를 예측 할 수 있는 정보를 제공한다.

대량전멸은 거시적인 생물군의 다양성과 개체 수에 있어서 급속한 감소가 일어나는 현상을 나타내는 것으로 이는 종이 생겨나는 빈도에 비해 종의 멸종이 더 급격히 일어날 때 발생한다. 지구상에서 생명이 시작된 이후로, 몇몇 대량전멸은 다른 전멸에 비해 훨씬 큰 영향을 끼쳤다. 지구상에 생물이 나타난 이후 약 5억년 동안 전멸 현상은 다섯 번에서 스무 번까지도 발생했다고 추정되는데 이 차이는 어느 정도의 전멸 현상을 주요한 전멸 현상이라고 볼지에 따라 달라진다.¹¹⁷⁾

117) <https://ko.wikipedia.org/wiki/대량전멸>

시카고대학교 데이빗 라우프(David M. Raup) 교수는 1984년 고생물들이 고생대 말부터 주기적으로 전멸했다고 주장했고, 이 주장은 이미 프린스턴 대학교 알프레드 피셔(Alfred G. Fisher) 교수에 의해 1977년에 발표되었다. 그러나 이들의 주기적 전멸 주장은 무시되거나 잊혀지게 된다. 그러나 또 다시 잊혀졌던 고생물의 주기적 전멸이 외계물체 충돌론으로 다시 살아나게 되었고, 1985년 라우프 교수는 그 원인을 지구의 자극이 반전되기 때문이라고 주장했다. 현재의 북극이 언제나 북극이 아니고 자극은 지질시대를 통하여 크게 수십 번 바뀌었으며 자극이 바뀌면서 생물이 전멸했다고 상상할 수도 있을 것이다.¹¹⁸⁾

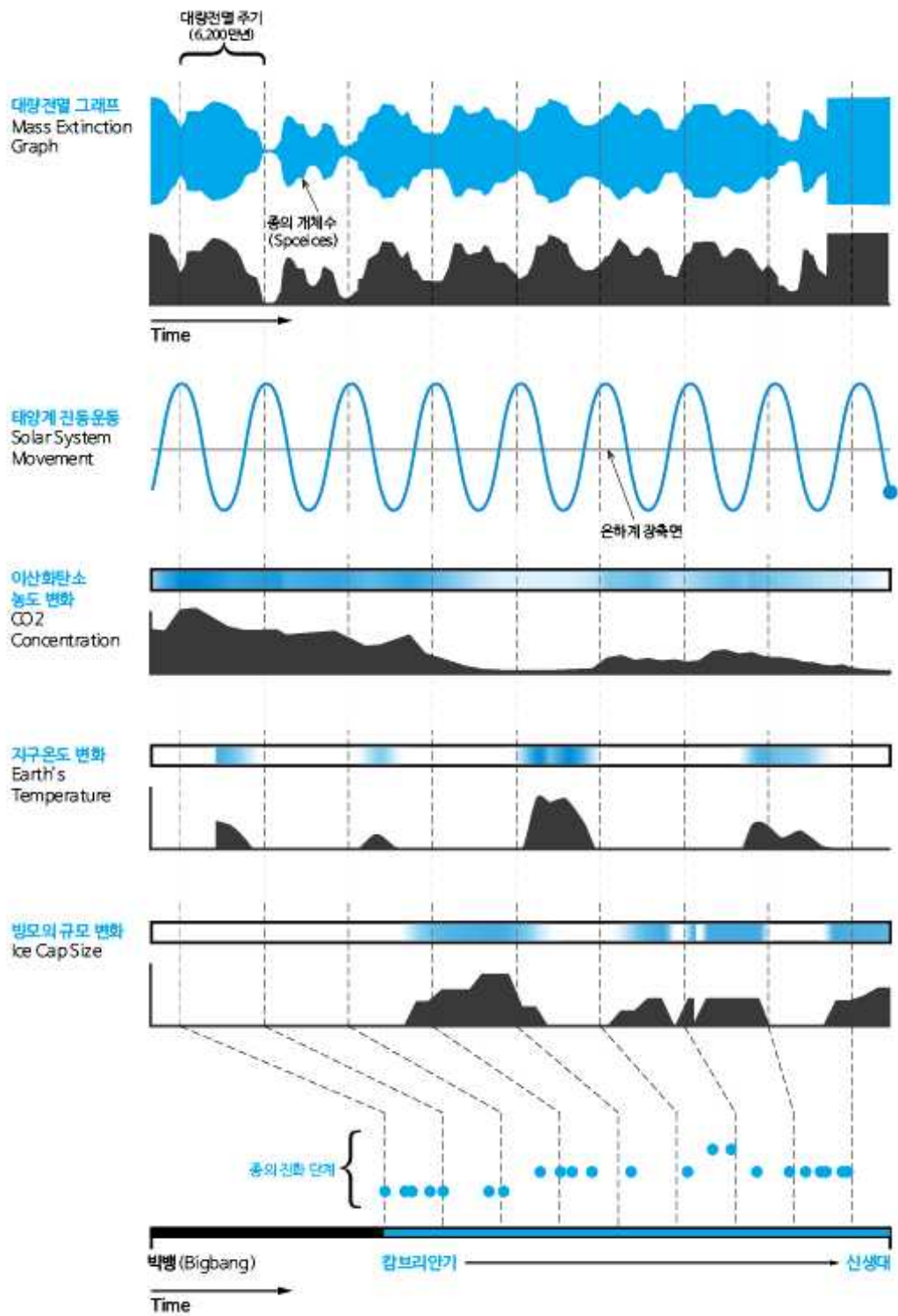
많은 추정 결과 가운데 2007년 UC Berkeley 물리학자 물러(R. A. Muller)의 연구와 같이 태양과 쌍으로 변동하는 별이 은하계 상에 있다는 이론 등, 다양한 이론들이 주기성을 설명하려고 시도하고 있다.

이러한 연구에 근거하여 주기적 특성을 나타내는 데이터 시각화로 나선형 구조를 선택 하였다. 정보 시각화의 타임라인의 기간은 캄브리아시대를 시작으로 신생대 제 4기까지의 범위로 설정하였고, UC Berkeley 물리학자 물러(R. A. Muller)의 연구 데이터를 기준으로 몇 단계의 과정을 거쳐 나선형 그래프로 시각화하는 프로세스로 진행하였다.

종의 개체수에 따른 양적 변화는 주기적 대량전멸의 근거에 많은 영향을 미치고 있다. 개체수의 감소는 환경과 외부의 영향에 따른 원인으로 분석되기 때문에 종의 개체수 자료는 중요한 데이터 요소로 작용한다.

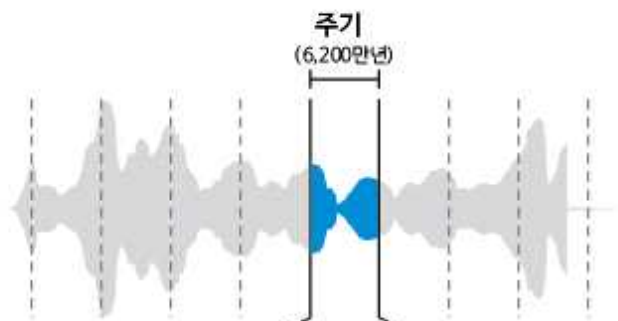
시간의 흐름에 따른 종의 양적 변화와 주기적 특성을 그래프로 표현하기 위해 6,200만년을 주기로 하는 단위로 나누었고, 전체적인 데이터의 구조와 상호연관성을 [그림 78]과 같이 논리적으로 정리하였고, 종의 개체수에 대한 데이터 시각화를 실린더 형태의 나선형으로 변형하기 위해 데이터의 확장된 구조[그림 79]로 나타내었다.

118) <https://ko.wikipedia.org/wiki/대량절멸>



[그림 78] 데이터의 상호연관성과 시각화 구조

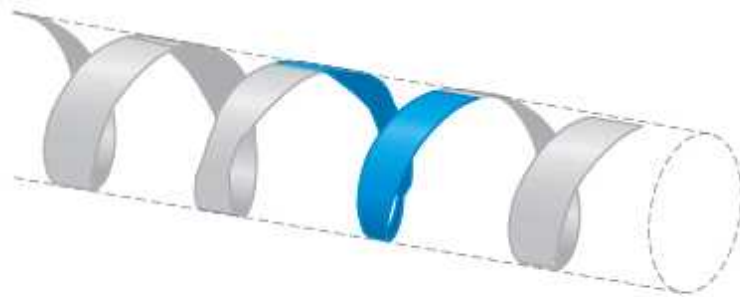
Step 01
Muller's Graph



Step 02
1주기 단위의
그래프



Step 03
나선형 그래프



[그림 79] 종의 개체수 데이터 시각화 변형 단계

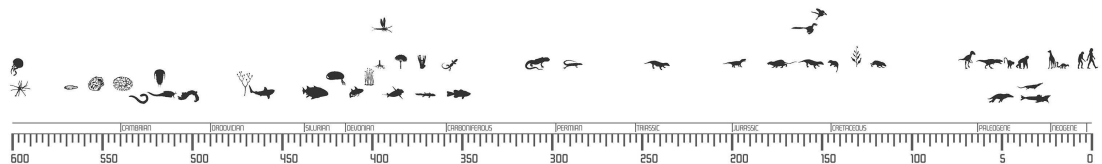
물러(R. A. Muller)의 종의 개체수 감소 비율에 따른 데이터 분석과 그래프는 일반 사용자들에게 살아남은 개체수로 인식된다는 사용성 평가에 따라 종의 개체수 100을 기준으로 전멸된 개체수를 뺀 데이터로 재구성하여 그래프화 하였다.

대량전멸의 양적 변화에 따른 데이터는 아래[그림 80]과 같이 정리하였다.

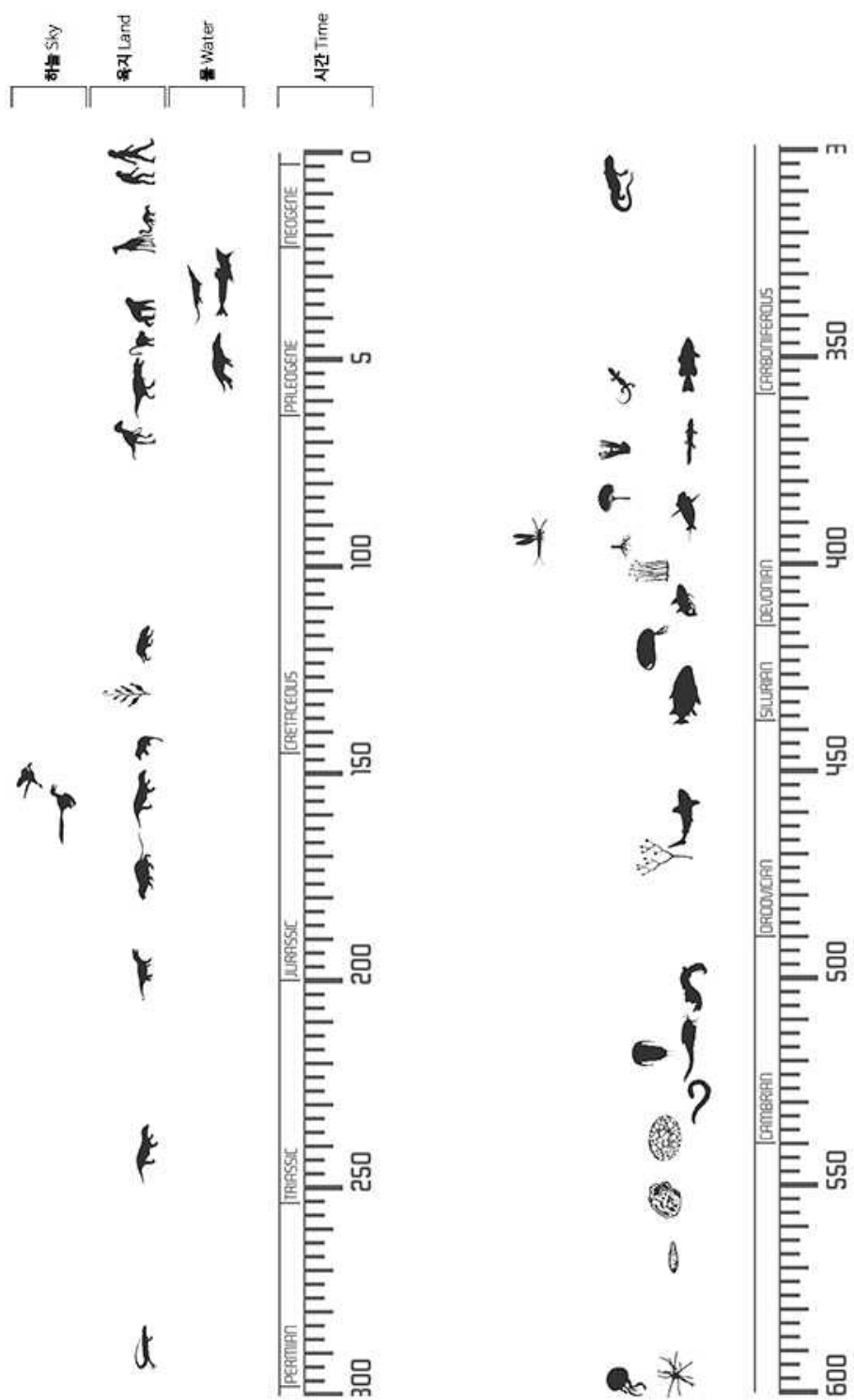
6.5.2 생명체 진화의 시각화

진화에 대한 시각화로 생명체의 생물학적 변화를 중심으로 타임라인에 적용하였다. 캄브리아 시대를 시작으로 신생대에 이르는 다양한 종의 생리적 변화를 기준으로 아이콘을 사용하여 시간 순으로 배열하였다.

아이콘의 배열[그림 81]은 생명체의 활동 영역을 중심으로 크게 물(Water), 육지(Land), 하늘(Sky)의 세 분류로 나누어 유사한 정보를 그룹으로 나누어 정리하였고, 물(해양)에서 육지와 하늘로 이어지는 생명체의 환경 적응과 변화에 따른 진화의 연관성을 알 수 있도록 하였다.



[그림 81] 생명체 진화의 아이콘과 타임라인 - 전체 이미지

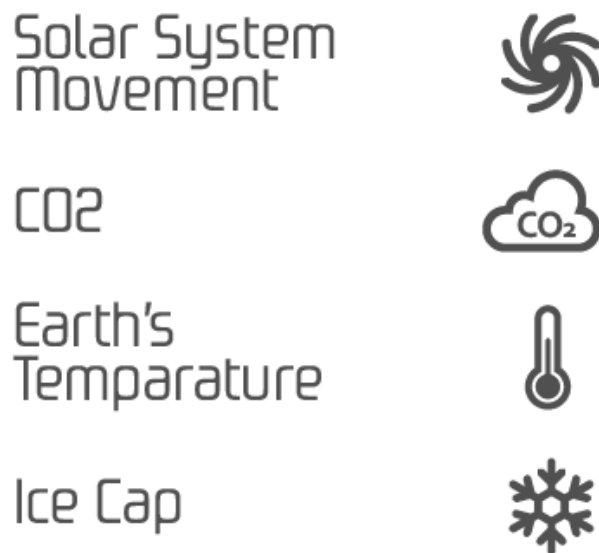


[그림 82] 생명체 진화의 아이콘과 타임라인 - 전체 이미지(확대)

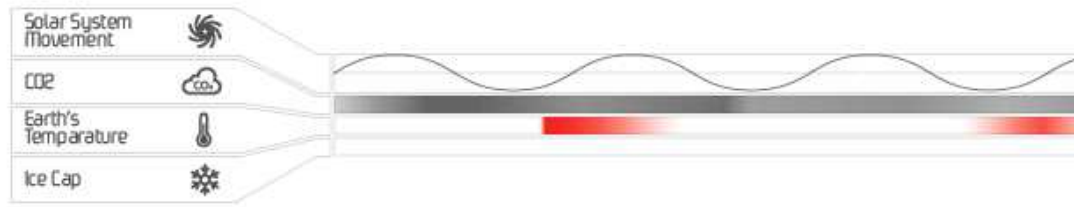
6.5.3 환경적 요소의 데이터 시각화

대량전멸과 관련하여 환경적 요인에 대해 시각화 하였다.

환경적 요인과 구성에 따라 지구의 대기 중 이산화탄소(CO₂)의 농도, 지구의 온도(Earth's Temperature), 빙모의 규모(Ice Cap), 그리고 태양계의 진동운동(Solar System Movement)을 그래프로 표현하였으며, 각각의 카테고리를 쉽게 구분하기 위해 아이콘을 활용하여 구분하였다. 색상과 명도를 활용하여 점진적으로 변화하는 구성으로 시각화하였고, 나선형 그래프의 시간 길이와 동일한 시간 영역 적용과 시간별 환경의 양적 변화를 비교하여 정보를 얻을 수 있다. 또한 지구의 환경적 변화와 함께 은하계를 중심으로 한 태양계의 아래·위의 진동 운동을 반복적인 곡선 그래프로 나타내어 주기적 대량전멸 시점과 진동운동의 상호 연관관계를 알 수 있도록 하였다.



[그림 83] 환경적 요소의 아이콘 디자인

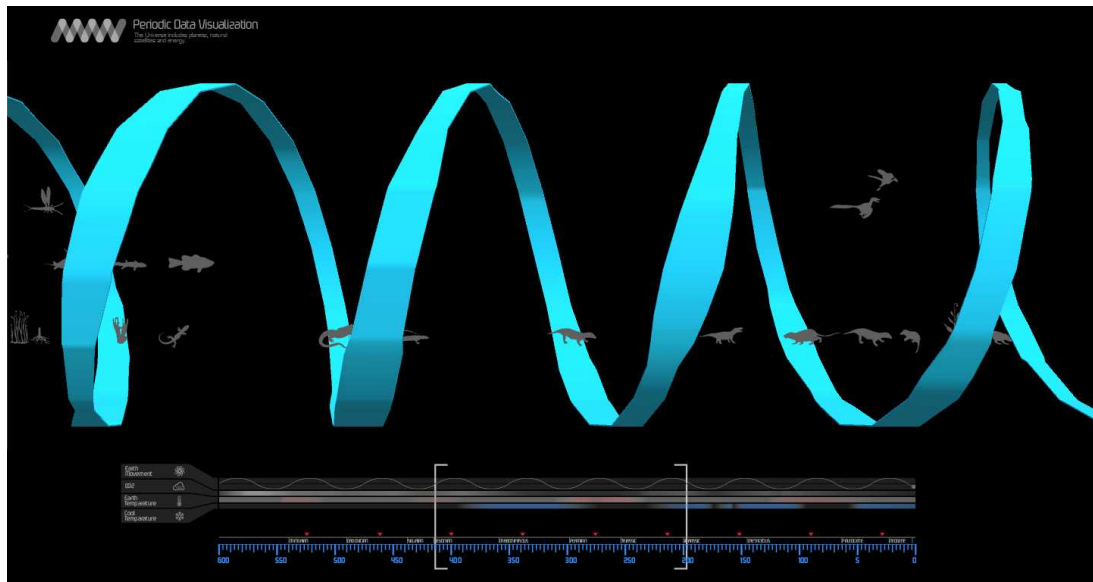


[그림 84] 환경적 요소의 시간에 따른 변화 시각화

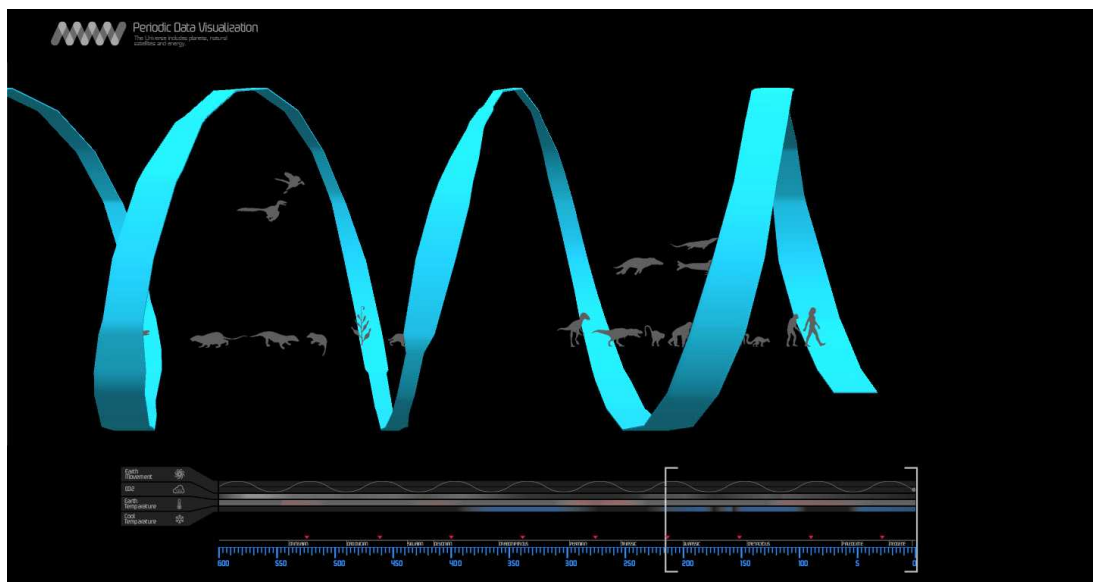
태양계의 진동운동(Solar System Movement), 빙모의 규모(Ice Cap), 대기 중 CO2의 농도(CO2), 지구의 온도(Earth's Temperature)의 그래프를 나타내고 있다.(왼쪽 위에서부터)

6.5.4 주기적 대량전멸 데이터 시각화의 User Interface

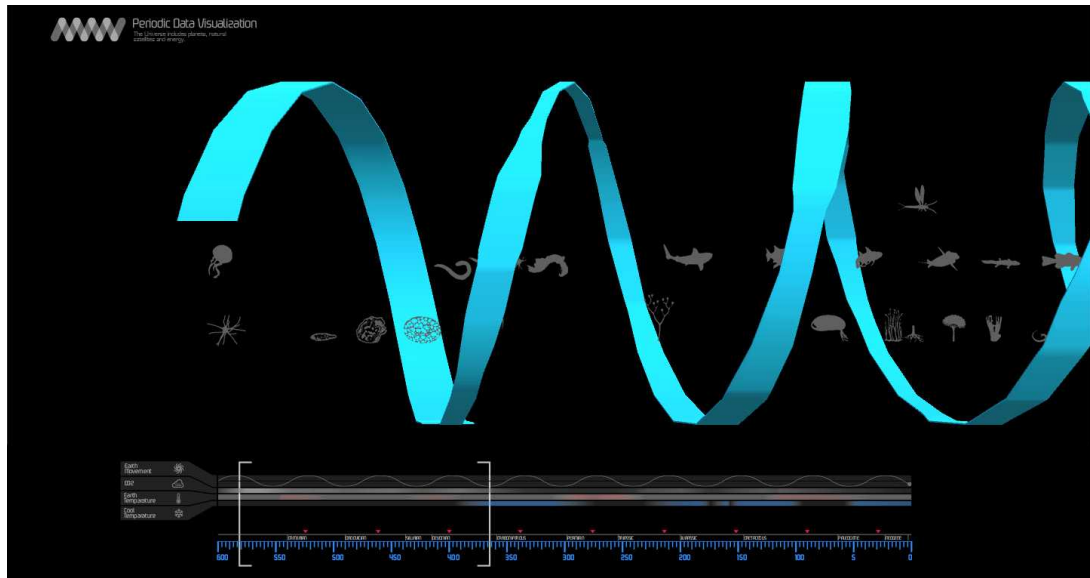
주기적 시간 관련 데이터에 대한 시각화는 게임엔진인 Unity를 기반으로 제작하였다. 기본화면은 나선형 그래프와 타임라인의 중앙 부분으로 설정하였으며 터치를 활용한 핑거 제스처(Finger Gesture)로 나선형 그래프를 컨트롤하여 원하는 시간으로 이동할 수 있다. 또한 아래에 위치한 “[]” 내비게이션 박스는 현재 사용자가 어느 시간에 머무르고 있는지를 알 수 있도록 하였다. 나선형 그래프에서는 종의 전멸과 번성 시기를 통해 주기적 패턴을 확인할 수 있고, 생명체의 진화 단계적 시각화로 생물학적 변화와 진화에 대한 정보를 볼 수 있다. 또한 아래에 위치한 “[]” 내비게이션 영역에서는 현재 사용자의 위치뿐만 아니라, 시간의 흐름에 따른 태양계의 진동 운동 패턴과 환경적 변화 요소에 대한 정보도 볼 수 있다.



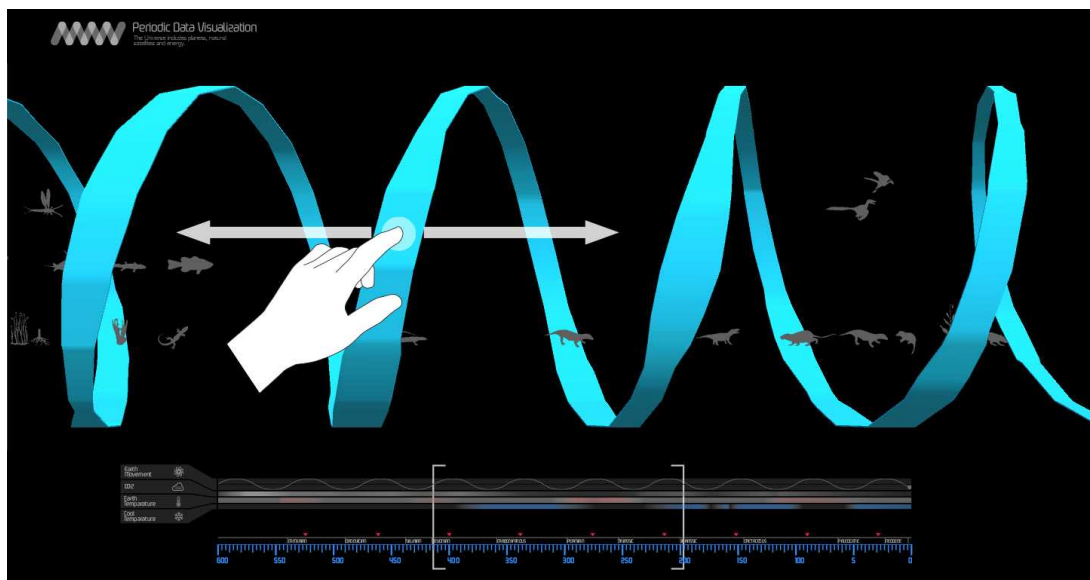
[그림 85] 주기적 대량전멸과 환경적 변화의 사용자 인터페이스
시간[]영역) : 실루리아기 - 페름기



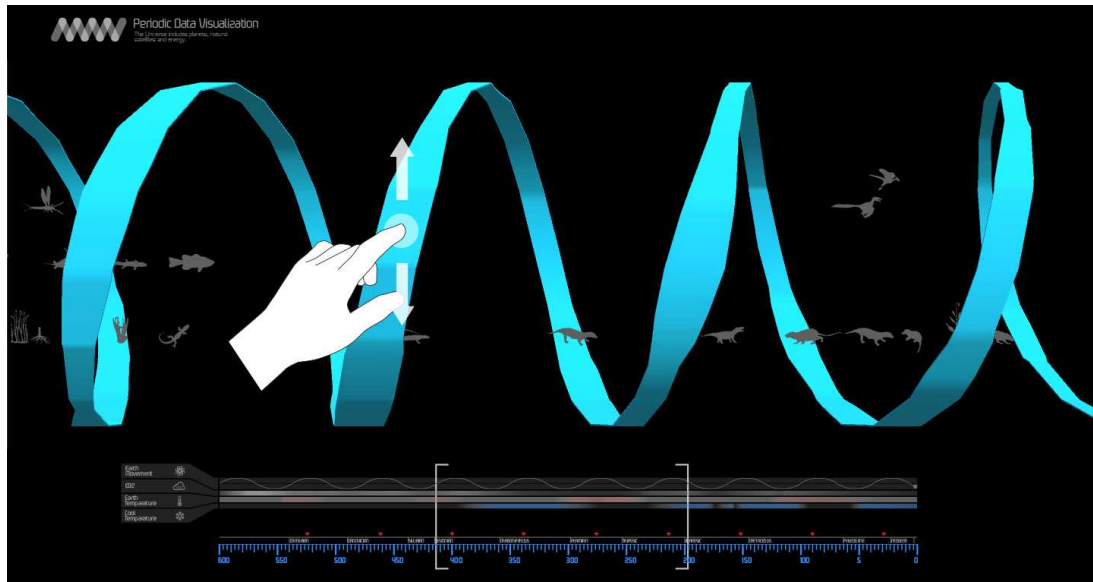
[그림 86] 주기적 대량전멸과 환경적 변화의 사용자 인터페이스
시간[]영역) : 트라이아스기-신생대



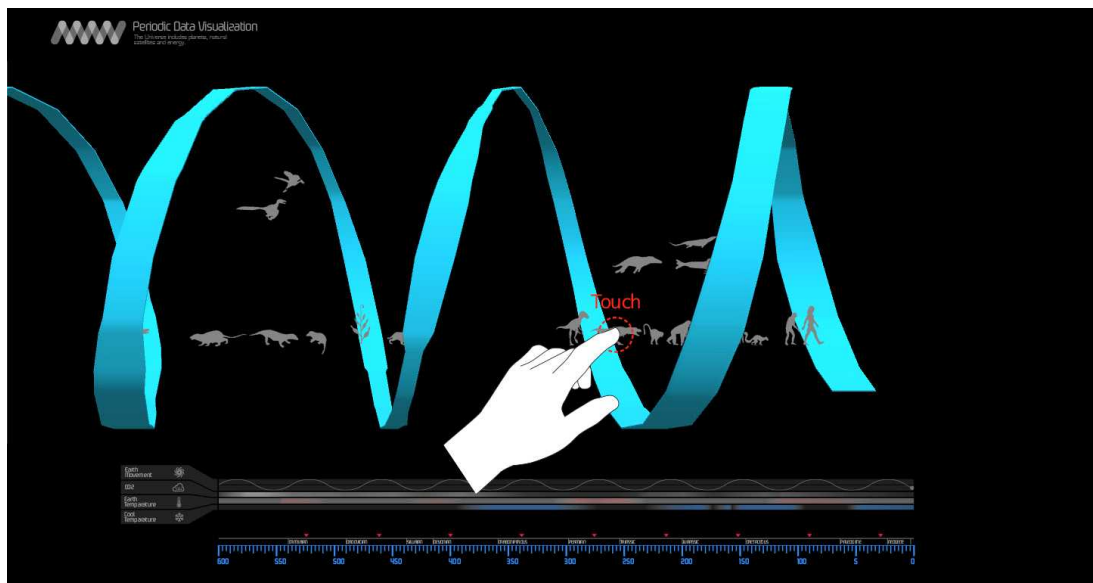
[그림 87] 주기적 대량전멸과 환경적 변화의 사용자 인터페이스
시간[]영역) : 캄브리아기-오르도비스기



[그림 88] 진화의 사용자 인터페이스 - 나선형 타임라인 컨트롤
좌·우의 컨트롤로 시간 영역을 빠르게 이동 가능



[그림 89] 진화의 사용자 인터페이스 - 나선형 타임라인 컨트롤
상·하의 컨트롤로 시간 영역을 세부적으로 조정 가능



[그림 90] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 보기

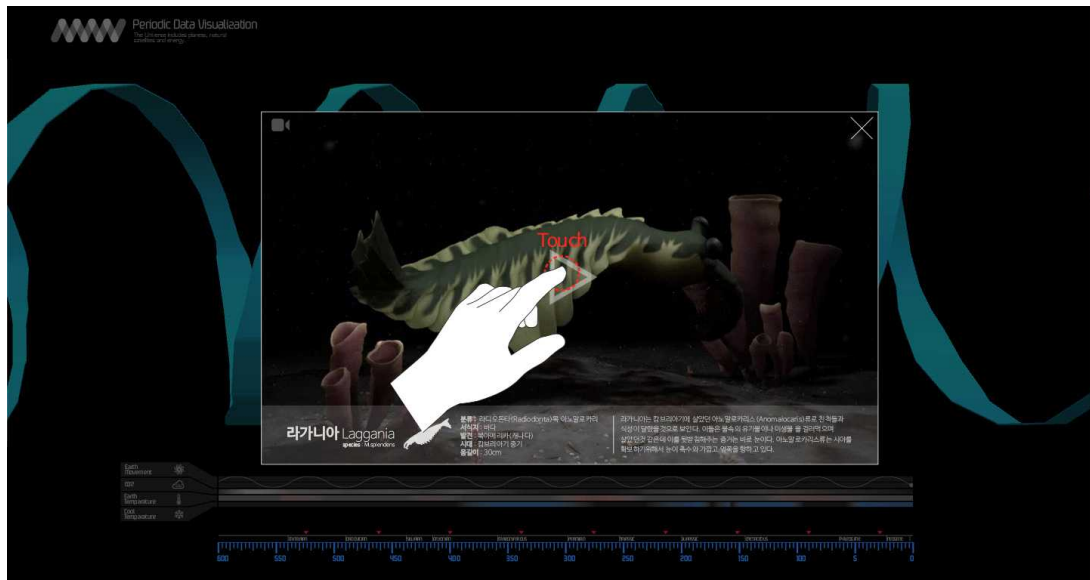


[그림 91] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 보기(이미지)¹¹⁹⁾

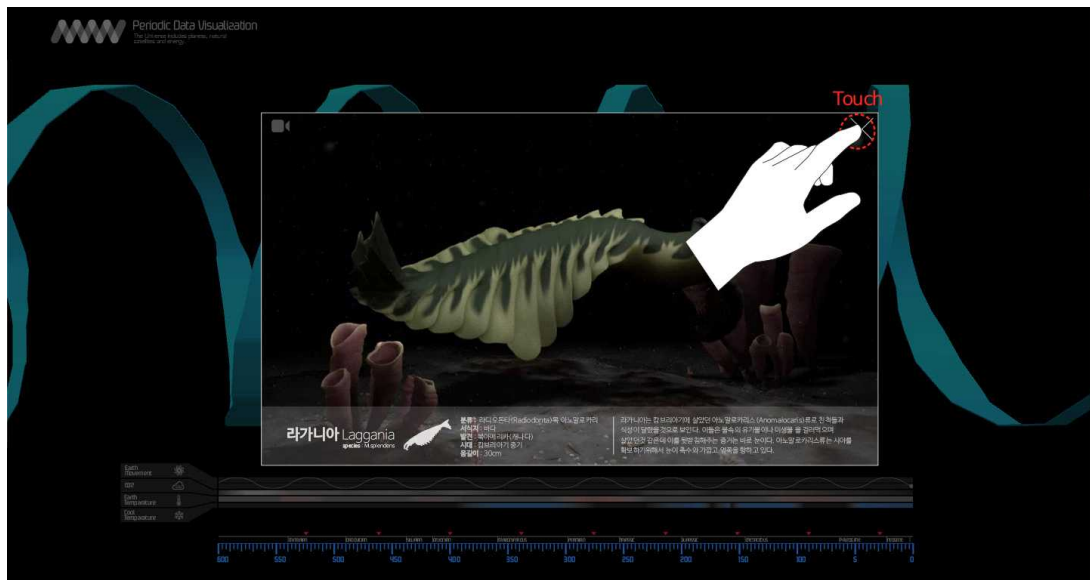


[그림 92] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 닫기(이미지)

119)티라노사우루스 출처:Sue the T-Rex by robertfabiani
<http://robertfabiani.deviantart.com/art/Sue-the-T-Rex-562733097>

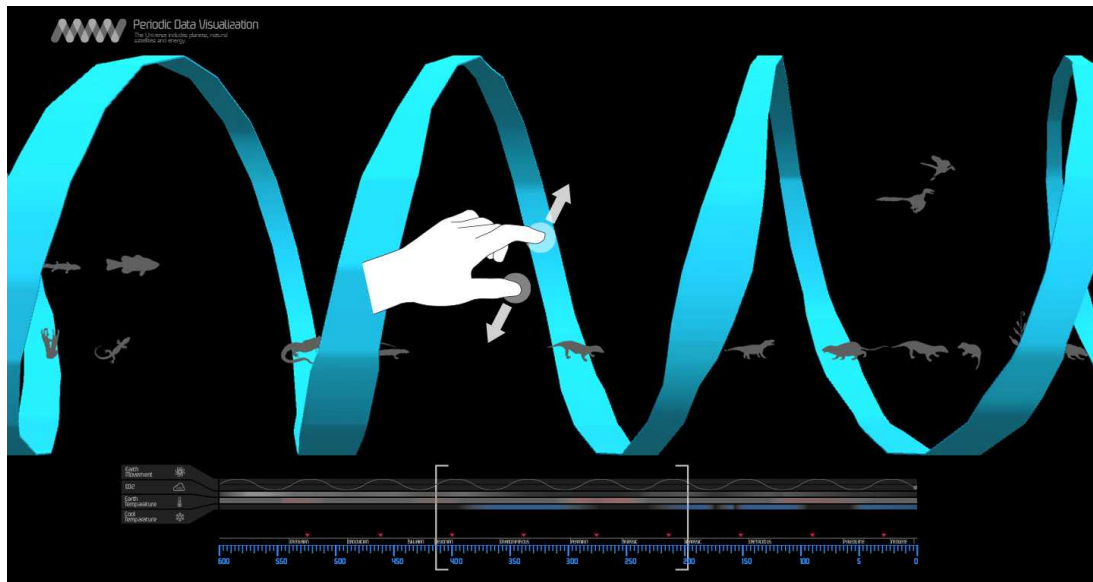


[그림 93] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 보기(동영상)¹²⁰⁾

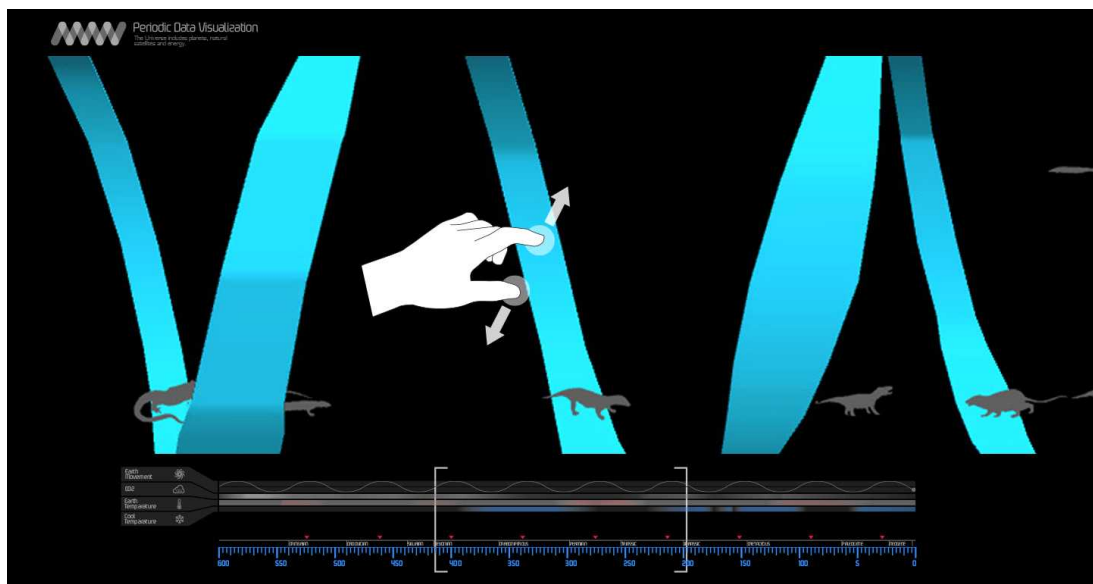


[그림 94] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스 - 추가 정보 닫기(동영상)

120) 동영상 출처: ROYAL ONTARIO MUSEUM
<http://burgess-shale.rom.on.ca/en/fossil-gallery/view-species.php?id=1>

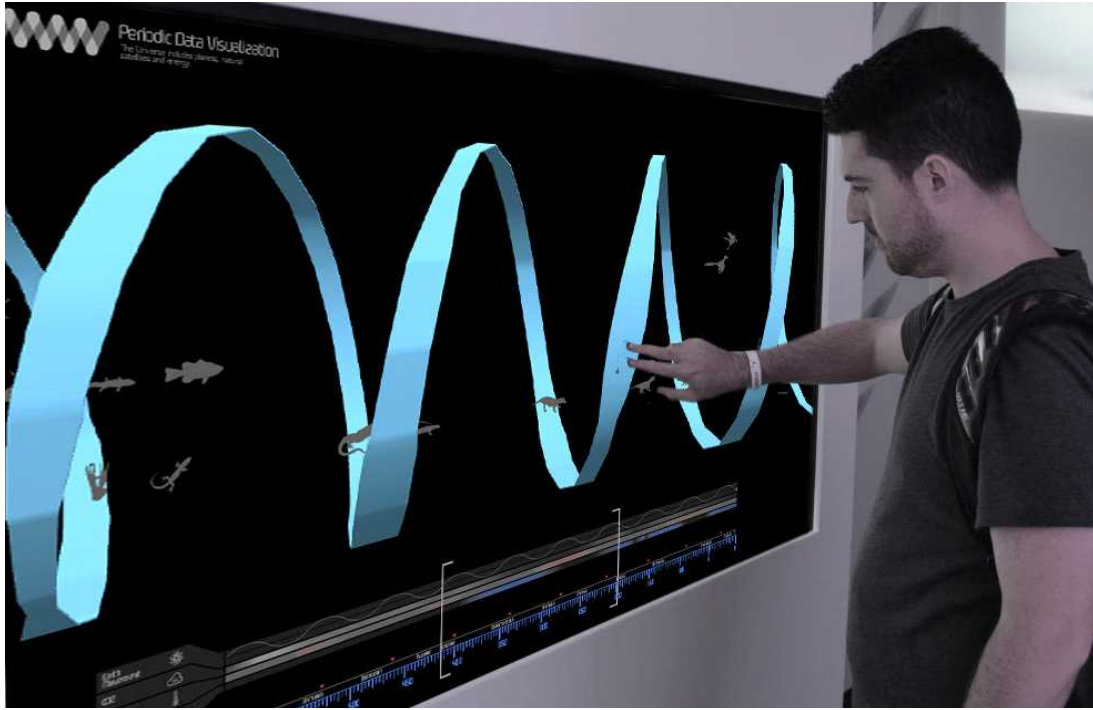


[그림 95] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스- zoom-in 1

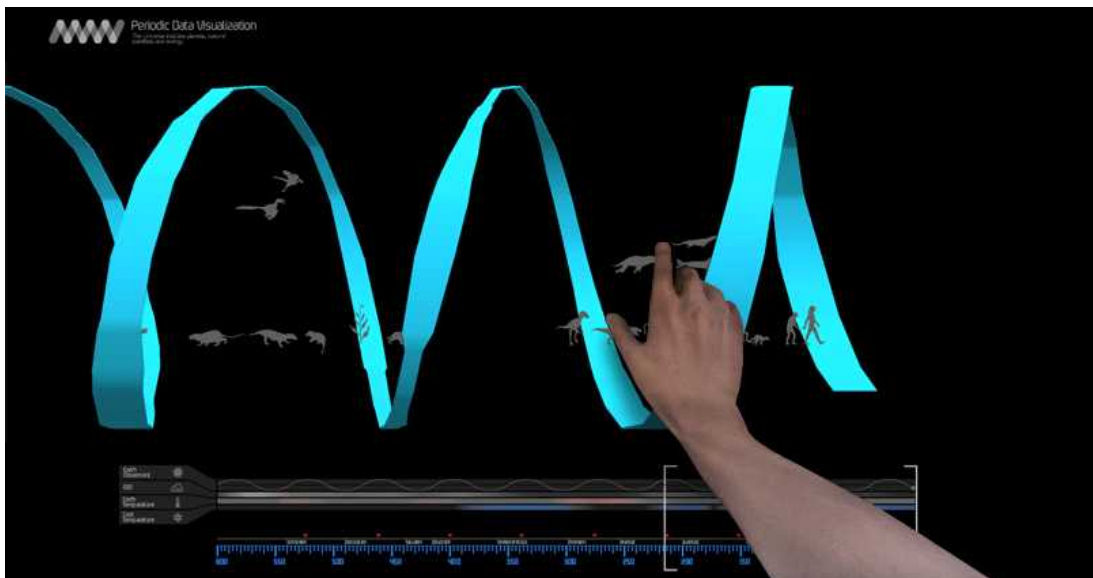


[그림 96] 주기적 대량전멸의 정보 인터페이스- zoom-in 2

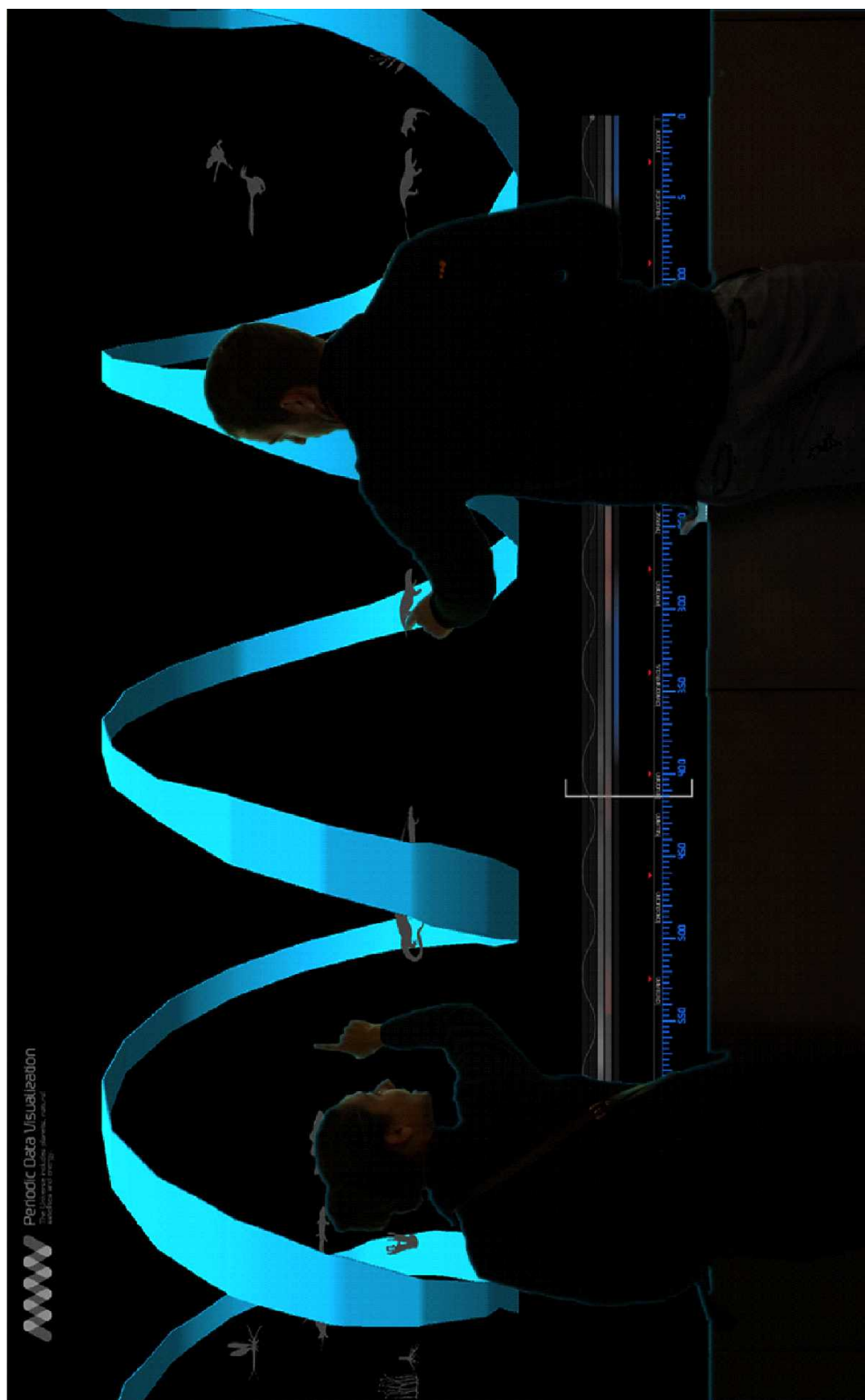
6.5.5 Interface 적용 예시



[그림 97] 사용자 인터페이스 경험 예시 01



[그림 98] 사용자 인터페이스 경험 예시 02



[그림 99] 사용자 인터페이스 경험 예시 03

7장

결론

7.1 연구 결과

7.2 연구의 한계점

7. 결론

7.1 연구 결과

컴퓨터를 중심으로 하는 정보 기술의 발달은 우리 사회를 정보화 사회로 변화시키고 있다. 미디어 학자인 볼터(J. D. Bolter)는 컴퓨터를 시계, 증기 기관과 함께 하나의 문명을 상징하는 '규정기술(Defining technology)'로 본다. 그리고 이 규정기술은 인간의 자연에 대한 관계를 재정의¹²¹⁾ 하며 우리의 인식과 사유 방식 자체를 바꾼다는 점에서 이 시대 변화의 중추에 자리 잡고 있다.¹²²⁾

정보 기술이 우리 사회의 변화에 어떻게 작용할 것인가를 예측하기란 그리 쉬운 일은 아니다. 특별한 기술이 일상화된 기술로 변화하고 많은 사람들이 정보를 쉽게 습득함으로써 사회는 급격한 변화에 휩싸인다. 이러한 정보 기술과 급격한 사회 변화는 삶의 패턴 양식과 정보 전달에서도 많은 영향을 미치고 있다.

테크놀로지의 혁신적인 발전에 힘입어 우리는 과거부터 현재에 이르는 방대한 양의 정보를 이해하기 쉽도록 제가공할 수 있고, 간접 경험을 통해 어느 시대든 시간 여행을 하기도 수월해 졌다. 이러한 정보 습득과 경험의 확장은 현재와 과거의 역사를 이해하는데 좋은 접근법이 되고 또한 지속적인 정보 시각화를 이어가는데 도움이 된다. 본 연구는 연속적이고 주기적인 시간과 연관된 데이터를 시간의 특성에 맞는 시각화로 표현하기 위해 3차원 공간의 활용과 인터랙션을 활용한 접근에서 시작하였다. 그리고

121) 이희진, 정보기술은 시간을 어떻게 변화시킬까, 삼성경제연구소, 2006, p.33 수정인용

122) 최유찬, 컴퓨터 게임과 문학, 연세대학교출판부, 2004, p.7 수정인용

과학적이고 논리적인 연관관계를 시각화 하려하였고, 특히 주기적 움직임을 보이는 태양계의 진동 운동과 주기적 대량전멸의 데이터 분석의 연결로 정보의 논리적 접근 과정을 수행하고자 하였다. 연구결과에 의한 데이터의 정확한 분석과 사실적 내용 전달이 목적인 정보 시각화를 통해 이해를 높이는 것이 중요하므로 복합적인 관점에서 연관성을 살펴보는 것이 의미 있다고 할 것이다.

본 연구는 기술과 데이터의 공간적 시각화를 이해함으로써 정보 전달을 위한 데이터 시각화를 이해하고자 하였고, 비슷한 주제로 진행된 여러 가지 사례를 통해 다양한 정보 전달의 접근을 파악하였다. 사례 조사를 통해 다양한 시간관련 데이터의 시간 단위 설정과 시각화 방법으로 시간 관련 정보 제공에 있어 다양성을 알 수 있었다. 그러나 정보의 단편적인 내용에만 지나치게 편중하거나 기술적 퍼포먼스에 치중하는 현상을 볼 수 있었다. 주기적인 데이터 시각화는 과학적 분석에 따른 정보를 시각적으로 표현하는 수단으로 다양한 분야에서 관심과 연구가 시도되고 있다. 새로운 정보 시각화 접근과 기술의 결합은 복잡한 데이터를 이해하는데 도움을 줄 뿐만 아니라, 논리적 사고의 확장을 가져오는 장점이 있다.

주기적 시간과 관련된 정보 시각화의 특성을 이해하는 과정에서 주기성, 공간성, 예측성이라는 키워드를 통해 나타낼 수 있었는데 주기성을 이해하는 과정에서 주기적 사건의 개념은 미래에 일어날 사건을 예측하는데 도움이 되었다. 그리고 순환적으로 시간을 이해하는 개념은 일반적으로 받아들여지지 않은 개념이지만 주기적 관점에서 시간을 표현하고 정보를 시각화하는 방식을 이해하는 바탕이 되었다.

본 연구는 앞서 언급한 시간에 대한 문화적 관습의 측면과 사례조사를 통해 주기적 시간과 관련된 정보를 이해하는 수단으로서 나선형 구조를 제안하였다.

주기적으로 반복되는 사건의 정보를 패턴으로 배열 가능하다는 장점을 활용하였으며, 주기적 사건 발생을 이해하기 위해 외부 요소와의 연관관계를 파악해야 함을 논하였다. 또한 논리적이고 과학적인 접근을 통한 원인과 결과에 대한 정보를 제공하였다. 단순히 눈으로 확인 할 수 있는 사건의 흐름에 치중하지 않고 정보와 연관된 시간의 특성을 이해하기 위해 면밀히 분석·연구하고 이러한 부분이 시각화되었을 때 정보의 신뢰성은 한층 더 높아진다고 생각한다.

어제와 다른 오늘, 하루가 다르게 변모하는 디지털 환경과 디바이스의 진화는 우리의 새로운 삶의 방식과 패턴에 많은 영향을 미치고 있다. 스크린을 활용한 평면적 정보 전달뿐만 아니라, 공간을 활용한 입체적 정보, 그리고 증강현실이나 가상현실에 이르기 까지 점점 더 발전된 미디어들로부터 정보를 얻게 되었다. 공간을 활용해 정보를 제공하고 시간의 흐름과 사건을 직접 경험하는 것과 같은 공간적 정보 시각화 능력을 길러야하고 직관적으로 쉽고 이해하기 편한 인터랙션과 정보를 제공하는 방법을 연구해야 한다. 다양한 형태의 디바이스 진화와 함께 새로운 미디어의 접근으로 정보 시각화의 영역은 확장되고 있다. 정보를 평면적으로 시각화하는 시기는 지났으며 방대한 데이터의 특성을 분석하고 직관적인 정보 전달과 경험이 우리의 시선을 사로잡을 수 있다고 본다. 또한 사용자와 경험을 확장해 나가는 공간적 접근이 지속적으로 이어져나가야 할 것이다.

7.2 연구의 한계점

테크놀로지의 발달에 편승하여 편리함과 화려함에만 매료되어선 안 된다. 시간 관련 데이터를 시각화하는 수많은 방법 가운데 시간을 바라보는 관점의 차이도 크거니와 정확성의 여부도 가늠하기 어려울 때가 많이 발생

한다. 테크놀로지의 발달은 지속적으로 발전하였지만 사용자의 경험에 의해 가치 있는 정보를 걸러내는 과정은 여전히 계속 될 것이다. 본 연구는 과학적 연구와 이론에 근거한 자료와 시간의 특성을 분석한 내용으로 접근하고자 하였다. 데이터의 특성과 시간의 형태적 접근으로 직관적이고 논리적 이해가 수월하기 때문에 의미 있는 접근 방법으로 받아들이고자 하였다.

정보의 시각화 범위가 점차 넓어지고 있는 만큼 이해하기 쉽고 정확한 정보 전달이 요구되지만, 또 한편으로는 정보의 특성을 배제한 채 접근하고 있다.

정보 시각화를 다루는 측면에서 데이터의 특성과 나선의 형태적 특징을 이해하는 것이 중요하다고 생각하며 심미적 표현에 치중하기 보다는 정보의 쉬운 이해와 의미를 제공하는 효과적인 시각화 접근이 필요하다고 여겨진다.

오랜 시간에 걸쳐 발생한 대량전멸과 진화에 대한 내용을 다루는데 있어 객관적인 정보를 수집하는 과정은 그리 쉬운 일이 아니다. 지질학과 물리학을 연구하는 과학자들의 관점이 다르고 다양한 해석과 견해의 차이가 분분하기 때문에 가능한 한 증명된 연구기관에서 발표된 자료 중심으로 참고·조사하였다. 검증된 기관에서 발표된 연구 내용과 신뢰를 바탕으로 진행하였지만, 본 연구의 조사 내용에 일정 부분 견해의 차이가 있음을 밝혀둔다.

참고문헌

단행본

- Edward R. Tufte, The Visual display of Quantitative Information, Graphics Press, 1983
- Edward R. Tufte, Envisioning Information, Graphics Press, 1990
- Edward R. Tufte, Visual Explanations, Graphics Press, 1997
- Data Flow, Gestalten, 2008
- Data Flow2, Gestalten, 2010
- Knowledge is Beautiful, McCandless, David, HARPER COLLINS PUBLISHERS, 2012
- Isabel Meirelles, Design for Information, Rockport, 2013
- Daniel Rosenberg and Anthony Grafton, Cartographies of Time, Princeton Architectural Press, 2010
- Wolfgang Aigner 외, Visualization of Time-Oriented Data, Springer, 2011
- Scott McCloud. Reprinted with permission of HarperCollins Publishers. McCloud, 1994
- J. Priestley. A description of a chart of biography. Printed at Warrington, 1765.
- D. Rosenberg and A. Grafton. Cartographies of time: A history of the timeline. Princeton Architectural Press, 2013.
- Brinton, W. C. Graphic Presentation. Brinton Associates, 1939
- D'efilippo, Valentina, Ball, James. The Infographic History of the World. FireflyBooksLtd. 2013
- 오병근, 강성중 지음, 정보디자인 교과서, 안그라픽스, 2008
- 로보트 제이콥슨 엮음, 장동훈. 김미정 옮김, 정보디자인, 안그라픽스, 2002
- 안드레아스 슈나이더 외 지음, 김경균 옮김, 정보디자인, 정보공학연구소, 2004

피터 윌버, 마이클 버크 지음, 김경균 옮김, 인포메이션 그래픽스, 디자인하우스, 2001

데이비드 맥켄들리스 지음, 이정인 옮김, 정보는 아름답다, 생각과느낌, 2012

소광희 지음, 시간의 철학적 성찰, 문예출판사, 2001

리차드 모리스 저, 정윤근, 김현근 공저, 시간의 화살, 소학사, 1990

마누엘 카스텔 엮음, 박행웅 옮김, 네트워크 사회 비교문화 관점, 한울 아카데미, 2009,

박해천, 박노영, 윤원화 엮음, 디자인 앤솔러지, 시공아트, 2004

가와노 히로시, 진중권, 컴퓨터 예술의 탄생, 휴머니스트, 2008

마쓰다 유키마사 지음, 송태욱 옮김, 눈의 황홀, 2015

대니얼 로젠버그, 앤서니 그래프턴, 김형규 옮김, 시간 지도의 탄생(Catographies of Time), 현실문화연구, 2013

권오성, 목진요, 오병근, 이주명, 채승진 (공)저. 에코문화디자인을 실행하다 연세대학교출판문화원, 2011

도나 M. 윙 저, 이현경 역. 월스트리트저널 인포그래픽 가이드. 인사이트. 2014

김묘영 저. 좋아 보이는 것들의 비밀 인포그래픽. 길벗. 2014

제이슨 랜카우, 조시 리치 외 1명. 나윤희 외 2명 역. 인포그래픽. 인사이트. 2014

오병근 저. 지식의 시각화 (보이는 지식 지식의 디자인). 비즈앤비즈. 2013

발렌티나 데필리포, 제임스 볼 저. 왕수민 역. 인포그래픽 세계사, 민음사. 2014

논문

오병근, 사용자 경험중심의 정보디자인 체계 연구, 서울대학교 박사학위 청구논문, 2007

류시천, 멀티미디어디자인에서 인포그래픽 도구로서 디지털다이어그램 활용에 관한 연구, 디자인학 연구 통권 제 57호, 2004

최은림, 시간의 흐름에 따른 공간변화의 정보 시각화 연구, 서울대학교 박사학위 청구논문, 2011

정희숙, 웹 데이터베이스를 활용한 편집디자인에 관한 연구, 서울대학교 석사학위 청구논문, 2009,

G. Lakoff and M. Johnson, *Metaphors we live by*. The University of Chicago Press, 1980.

E. C. Traugott, *Spatial expressions of tense and temporal sequencing: A contribution to the study of semantic fields*. Semiotica, 1975.

Cox, 1992; Thomas & Silk, 1990

J. Priestley. *A description of a chart of biography*. Printed at Warrington, 1765.

R. N. Shepard and S. Hurwitz. Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps. *Cognition*, 1984

B. Tversky, S. Kugelmass, and A. Winter. *Cross-Cultural and Developmental Trends in Graphic Productions*. *Cognitive Psychology*, 1991

Zwaan, E.W.J. *left and right in visual perception as a function of the direction of writing*. Doctoral Thesis, Rijksuniversiteit Utrecht, The Netherlands. 1965

Lenz, H. *Universalgeschichte der Zeit*. Marixverlag, Wiesbaden, Germany. 2005

학술지/보고서

Wachtel E, *The first picture show: Cinematic aspects of cave art*. *Leonardo* 26. MIT Press. 1993

D. Rosenberg, *Joseph Priestley and the Graphic Invention of Modern Time*. *Studies in Eighteenth Century Culture*, 2007.

Marilyn Mitchell, *The Visual Representation of Time in Timelines, Graphs, and Charts*. Bond University, 2004

Van Sommers, P, *Drawing and Cognition. Descriptive and experimental studies of graphic production processes*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1984.

Winn, W, Contributions of Perceptual and Cognitive Processes to the Comprehension of Graphics. In W. Schnotz and R. W. Kullavy, editors. Comprehension of Graphics. Amsterdam, NL: North Holland. 1994.

웹사이트

<https://en.wikipedia.org/wiki/Time>

<https://ko.wikipedia.org/wiki/사건>

<http://www.mediamatic.net>

<https://edwoodworth.wordpress.com>

<http://xkcd.com>

<http://www.johnbooty.org>

<http://www.tistory.com>

<http://hint.fm>

<http://www.dw.com>

<http://www.ikea.com>

<http://www.chronozoom.com>

<http://media.hhmi.org>

<https://uofa.ualberta.ca>

<https://lifeonearth.seas.harvard.edu>

<https://itunes.apple.com>

<http://archive.fieldmuseum.org>

<http://www.regents-earthscience.com>

<http://www.regents-earthscience.com>

<http://www.lpi.usra.edu>

<http://www.google.com>

<http://www.naver.com>

<http://johnrozumforkids.blogspot.kr>

<http://homes.cs.washington.edu>

<http://www.donsmaps.com>

<http://nautil.us>

<http://www.mediamatic.net>

<http://www.davidrumsey.com>

<http://www.edwardtufte.com>

<http://littlehelenmak.wordpress.com>

<http://visualdata.dw-world.de>

<http://www.gusmiller.com>

<http://www.tuvie.com>

<http://lgcns.com>

<http://www.doopedia.co.kr>

<http://www.mediamatic.net>

<http://www.wikimedia.org>

Abstract

A Study on Periodic data visualization via Media Design Focusing on Periodic Mass Extinction

Time has important data areas along with clear characteristics. A lot of application areas are related with time. Different from ranges of general quantitative data, it consists of intrinsic form structure such as minutes, hours, days, weeks, months, and so on. Concretely, linear or periodic forms are included. Especially, periodic time which shows difference with linear time is required to analyze and understand properties of various data of time. Though we usually think that a day finishes with the end of 24 o'clock, we do not recognize the fact that consecutive cycle movement runs for midnight which is collinearly connected to 1 am from 11: 59 pm and the movement has a periodic form to come back to weeks, months, and years again after going forward continuously. The characteristics of time are largely visualized into two forms such as a circle and a spiral in order to represent continuity. It is effective to visualize the properties of time to emphasize the consecutive characteristics.

This paper intends to suggest information relevant to this kind of time, in particular, visualization methods of data related with periodic time. A course to visualize events which occur according to a flow of periodic time was visualized fitting to the properties of periodic time. Possibility of effective conveyance of information diversely related with periodic time on the basis of interaction was tried to be presented. Above all, information visualization through information design which is used

usefully at present was discussed. Via domestic and foreign cases of information visualization related to time used presently, categories and characteristics of visualized time were investigated. Importance and necessity of provision of information visualization relevant to time were discussed. Lastly, properties of data visualization related with time were arranged into three keywords of intuitive understanding, comparison, and prediction.

Data visualization related to time is a means to show spatiotemporal information about occurrence of events. Time goes forward continuously. Via directional nature of time, the past, present, and future can be explored and forecasted. So, visualization of periodic time based on interaction with data related to periodic time was considered to be used as a medium to understand time intuitively and predict the past and future time. So, it was thought to be useful for educational purposes which can comprehend the data relevant to time scientifically and intuitively. From making a circular concept of time as a conversation topic, literature research on the flow of time was processed. Time setting up hours, minutes, and seconds that we think naturally was investigated. Along with diverse understanding of time culturally, a record concept of 'periodic events' which is utilized in the record of time was used in the study of an artwork. Also, through the record of 'periodic events', by investigating cases of information design which visualizes information, characteristics of expression were discussed.

As an object of the work study, 'periodic mass extinction' was targeted. "periodic mass extinction and evolution" to realize information on periodic mass extinction was made to be a work of art according to the theory of Professor David M. Raup at the University of Chicago and the study of Scientist R. A. Muller at UC Berkeley. Through various

artworks of information design, research reports, and media (interaction) related with time, data visualization of periodic events was investigated. And, the investigation was processed on the basis of contents relevant to evolution. Based on the investigated contents, information was analyzed and arranged. Mass extinction of evolution has been visualized in a viewpoint of periodic time. The task was carried out in accordance with basic stages of information design. Interaction which was stated before, particularly, from reflecting technical characteristics on the basis of touch for screen contents, information design of periodic time using media that users can understand the properties of periodic time intuitively was tried to be developed.

This paper is a proposal of a method to arrange information of periodic events which occur according to the flow of circular time and visualize the data so as to comprehend information of periodic time over long time. Plus, it is a proposal of another method to experience and comprehend concepts of data related to time.

We should apprehend continuity and periodicity of time which will be continued in the future passing through the past and present so that we do not feel poorness about contexts of information regardless of living in the sea of vast information. Information provides a connection link to be lasted continuously always together with time. Continuity of time and analysis and understanding of events should forecast new information about the future based on accuracy and stability of data.

Keyword: Periodic Time, Data Visualization, Cyclic, Spiral,
Mass Extinction

SNU ID. 2011-30369 HAN, SEOK WON